



**Maria Inês Carvalho  
Benta de Azevedo**

**REORGANIZAÇÃO DA LOGÍSTICA INTERNA E  
IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA CONWIP**





**Universidade de Aveiro**  
2018

Departamento de Economia, Gestão, Engenharia  
Industrial e Turismo

**Maria Inês Carvalho  
Benta de Azevedo**

## **REORGANIZAÇÃO DA LOGÍSTICA INTERNA E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA CONWIP**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Mestre Miguel Oliveira, Assistente Convidado do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro



“If you always do what you’ve always done, you will always get what you’ve always got” - Henry Ford



## **o júri**

presidente

**Prof. Doutor João Carlos De Oliveira Matias**  
professor catedrático da Universidade de Aveiro

**Doutor Radu Godina**  
investigador pós doutoramento da Faculdade de Engenharia da Universidade da Beira Interior

**Mestre Miguel da Silva Oliveira**  
assistente convidado da Universidade de Aveiro





## **agradecimentos**

Quero deixar o meu agradecimento a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o desenvolver deste projeto.

A todos os professores do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro pela transmissão de conhecimentos e pela aprendizagem.

À cidade de Aveiro por me ter acolhido e por ser a minha segunda casa nos últimos cinco anos.

Ao meu orientador, Professor Miguel Oliveira, pela disponibilidade, pelo acompanhamento e pelos conselhos dados ao longo deste projeto.

Ao Mauro Marques, pela paciência, partilha de conhecimentos, disponibilidade e receptividade. Obrigada pelas críticas construtivas e pela confiança posta em mim ao longo deste projeto. Todos os desafios em que ingressei fizeram-me crescer a nível profissional e pessoal, muito obrigada por isso.

Ao Rui Osório pelo espírito positivo, ensinamentos e oportunidade de desenvolver as ações de melhoria ao longo destes 8 meses.

A todos os colaboradores da DS Smith Tecnicarton Portugal, pela integração, colaboração e pela contributo que tiveram neste projeto. Obrigada pela oportunidade de aprender e retribuir. Foram, sem duvida, uma peça essencial para se atingirem os bons resultados obtidos.

Aos meus amigos, pelo companheirismo, motivação e amizade ao longo de todos estes anos! Muito obrigada a todos, sem exceção.

À minha família, pela união nos bons e maus momentos. Obrigada por todos os momentos felizes e espontâneos que vivemos todos juntos.

Aos meus pais, pelos valores que me transmitiram, pela inspiração e pelo apoio incondicional ao longo de toda esta caminhada. Obrigada por toda a dedicação.

À minha irmã Joana e ao Richard, pelo apoio, paciência e coragem transmitida ao longo de todo o meu percurso.



## palavras-chave

ConWIP, *kanban*, lote de produção, Gestão Visual, *Heijunka*

## resumo

O presente trabalho resultou de um estágio curricular na empresa DS Smith Tecnicarton Portugal.

Através da ferramenta *lean*, *Value Stream Mapping* (VSM), foi possível mapear toda a cadeia de abastecimento e identificar os principais pontos a melhorar. A organização da logística interna era inexistente, provocando grandes constrangimentos de tempo, desperdícios de movimentação, difícil gestão do material e constantes paragens da máquina gargalo da fábrica. Para além disso, não existia um sistema de produção pelo qual o Responsável de produção se pudesse gerir, resultando em desequilíbrios no *stock* e total dependência das decisões do responsável.

No sentido de elevar a empresa a um nível mais competitivo, pretendia-se reorganizar a logística interna e implementar um sistema de produção autónomo. Ou seja, através da organização do armazém, tencionava-se criar uma gestão visual e diminuir o tempo de abastecimento da produção. A implementação de um sistema ConWIP, cálculo de lotes de produção e o nivelamento foram as principais metodologias aplicadas para melhorar o fluxo de informação e o fluxo de material.

Em termos práticos, é possível afirmar que a aplicação destas medidas se traduziu na criação de um sistema de produção autónomo, alimentado pelos próprios operadores e controlado pelo robusto sistema implementando. A logística é a área que alimenta a produção. Assim, a definição do novo *layout* do armazém e a zona de preparação de cargas permitiram tornar o seu funcionamento mais fluído. A satisfação dos clientes é a força motriz para o crescimento de uma empresa. Nesse sentido, a interligação de todas estas ações de melhoria permitiram alcançar um aumento de 23% da taxa de serviço.



**keywords**

ConWIP, *kanban*, *production batch*, *visual management*, *heijunka*

**abstract**

The actual work is the result of the project developed during the curricular internship in DS Smith Tecnicarton Portugal.

First, was used a lean tool, Value Stream Mapping (VSM), to map all the supply chain and identify the main situations that could potentially be improved. There were no rules to organize all the internal logistics, causing great constraints of time, waste of movement, difficult material management and a lot of stops of the bottleneck resource of the factory. Furthermore, there was no production system whereby the production manager could be managed, resulting in imbalances in stock volume and total dependence on the decisions of the person in charge.

In order to raise the company to a more competitive level, it was projected to reorganize internal logistics and implement an autonomous production system. That is, through the organization of the warehouse, it was intended to create a visual management and to reduce the time of supply of the production processes. The implementation of the ConWIP system, production batch calculation and leveling were the main methodologies chosen to improve information and material flows.

In the practical way, it's possible to confirm that the implementation of these measures translated into the creation of an autonomous production system, fed by the operators and controlled by the robust system implemented. Logistics is the area that feeds production processes. As so, the definition of the new layout of the warehouse and load preparation zone allowed to make its operation more fluid. The customer satisfaction is the driving force for the company's growth. In this way, the connection of all these improvement actions allowed the achievement of an increase of 23% in the service charge.



# ÍNDICE

1	Introdução .....	1
1.1	Motivação e contextualização .....	1
1.2	Objetivos do projeto .....	2
1.3	Metodologias do projeto .....	3
1.4	Apresentação do Grupo DS Smith Tecnicarton .....	3
1.5	Apresentação da Unidade Fabril de Portugal .....	5
1.6	Organização do relatório de projeto .....	6
2	Revisão da Literatura .....	7
2.1	Lean Thinking .....	7
2.1.1	Os Princípios Lean Thinking .....	8
2.1.2	Os Sete Desperdícios .....	9
2.1.3	Push vs. Pull .....	11
2.1.4	Kaizen .....	15
2.1.5	Ferramentas LEAN .....	15
2.1.5.1	Gestão Visual .....	15
2.1.5.2	Value Stream Mapping (VSM) .....	17
2.2	Sistemas de Planeamento e Controlo da Produção .....	18
2.2.1	JIT .....	19
2.2.1.1	Kanban .....	19
2.2.1.2	ConWIP .....	21
2.2.1.3	Heijunka .....	22
2.2.2	Teoria das Restrições .....	25
2.3	Lote Económico de Produção (LEP) .....	26
3	Análise da situação inicial .....	29
3.1	Enquadramento do Projeto .....	29
3.1.1	Embalagens de cartão canelado .....	29
3.1.2	Análise dos Processos da Empresa .....	30
3.1.2.1	Como é processado um novo produto .....	31
3.1.2.2	O Processo Produtivo .....	31
3.2	Utilização da ferramenta VSM .....	33
3.2.1	Análise do VSM .....	36
3.3	Análise das Tarefas do Operador Logístico .....	37
3.4	Necessidades identificadas .....	40
4	Reorganização da Logística Interna .....	41
4.1	Caracterização dos Produtos: Kanban e MTO .....	42
4.2	Definição do layout MP .....	43
4.2.1	Implementação .....	44
4.3	Sistema Kanban de transporte entre armazéns .....	45
4.3.1	Circuito do sistema kanban de MP .....	48
4.4	Zona de Preparação de Cargas .....	49
4.5	Formação .....	50
5	Implementação do sistema de produção ConWIP .....	51
5.1	Criação do Sistema ConWIP Adaptado à realidade da DS Smith Tecnicarton Portugal .....	51
5.2	Cálculo dos Lotes de produção .....	54
5.2.1	Aborgagem ao parâmetro do setup .....	54
5.2.2	Lote Económico de Produção (LEP) .....	56

5.2.3	Decisão .....	57
5.2.4	Stock de Segurança .....	59
5.3	Criação dos cartões kanban PEC e PA.....	61
5.3.1	Cartões kanban PEC .....	61
5.3.2	Cartões kanban PA .....	62
5.4	Quadro da Constituição de Lote- “O Despoletar da Produção” .....	63
5.5	Dimensionamento do Shopstock de PEC.....	65
5.6	Nivelamento da Produção .....	65
5.6.1	Funcionamento.....	67
5.7	Implementação e formação.....	68
6	Análise dos Resultados Obtidos.....	71
6.1	Reorganização da Logística Interna .....	71
6.2	Análise dos níveis de stock PEC .....	75
6.2.1	Nível de Stock- Kit A.....	75
6.2.2	Nível de Stock- Kit B.....	76
6.3	Indicador 1- Kits Expedidos vs. horas trabalhadas.....	78
6.4	Indicador 2- Horas Extra .....	79
6.5	Indicador 3- Transporte/Vendas.....	80
6.6	Indicador 4- Taxa de Serviço .....	82
6.7	Indicador 5- Eficiência da RBP .....	83
7	Conclusão .....	85
7.1	Reflexão sobre o trabalho realizado .....	85
7.2	Propostas Futuras.....	86
8	Referências .....	89
	Anexos .....	93
	Anexo A- Cálculo da percentagem de tempo disponível para setups.....	95
	Anexo B- Lotes de Produção: Abordagem parâmetro do setup- Componentes (PEC) .....	96
	Anexo C- Lotes de Produção: Abordagem parâmetro do setup- Montagem de Kits (PA) .....	97
	Anexo D- Lotes de Produção: Lote Económico de Produção- Componentes (PEC) ...	98
	Anexo E- Lotes de Produção: Lote Económico de Produção- Montagem de KITS (PA) .....	99
	Anexo F- Folha excel de Nivelamento .....	100
	Anexo G- Folha de Nivelamento tipo HEIJUNKA BOX.....	101



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Unidade Fabril em Águeda.....	5
Figura 2- Analogia do Nível do Stock (Slack, Brandon-Jones, & Johnston, 2014)	11
Figura 3- Fluxo de material e informação num sistema push (Bonney et al., 1999) .....	12
Figura 4- Fluxo de material e informação num sistema pull (Bonney et al., 1999)	14
Figura 5- Ciclo VSM .....	17
Figura 6- Push vs Pull .....	20
Figura 7- Fluxo de Produção ConWIP .....	22
Figura 8- Heijunka box (Roser, 2014).....	24
Figura 9- Lote Economico de Produção (Adaptado de (Reinertsen, 2009)) .....	27
Figura 10- Exemplo de kit.....	30
Figura 11- VSM da situação inicial .....	35
Figura 12- Gráfico de % VA, TI, VNA .....	37
Figura 13- Distribuição de Atividades do Operador Logístico .....	38
Figura 14- Armazém no estado inicial.....	39
Figura 15- Zona das Paletes no Estado Inicial.....	39
Figura 16- Layout MP 1 .....	44
Figura 17- Layout MP 2 .....	44
Figura 18- Armazém durante a implementação do layout.....	45
Figura 19- Colocação da MP na localização correta.....	45
Figura 20- Exemplos de Kanban MP .....	47
Figura 21- Kanban MP em uso .....	47
Figura 22- Caixas de colocação dos kanbans .....	48
Figura 23- Circuito kanban MP .....	48
Figura 24- Zona de Preparação de Cargas .....	50
Figura 25- VSM da situação implementada .....	53
Figura 26- Kanban de PEC e Kanban de PEC em utilização .....	62

Figura 27- Kanban PA e Kanban PA em utilização.....	63
Figura 28- Quadro constituição de lote PEC e PA .....	64
Figura 29- Layout PEC 1 .....	65
Figura 30- Layout PEC 2 .....	65
Figura 31- Folha de nivelamento .....	68
Figura 32- Armazém antes e após ação de melhoria.....	73
Figura 33- Zona das Paletes antes e após a ação de melhoria .....	74
Figura 34- Gráfico Stock Mensal- Corpo Ext A .....	76
Figura 35- Gráfico Stock Mensal- Tampa A.....	76
Figura 36- Gráfico de Stock Mensal Tampa A .....	77
Figura 37- Gráfico de Stock Mensal do Fundo B .....	77
Figura 38- Gráfico Stock Mensal Corpo B .....	78
Figura 39- Indicador Kits/Horas .....	79
Figura 40- Gráfico Indicador: Horas Extra .....	80
Figura 41- Gráfico Indicador: Transporte/Vendas .....	81
Figura 42- Indicador: Taxa de serviço.....	82
Figura 43- Indicador: Eficiência de RBP .....	84

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Características dos sistemas Push e Pull (fonte:(Harrison et al., 2003))	14
Tabela 2- Definição dos produtos kanban e MTO.....	42
Tabela 3- Constituição de Lote PEC.....	58
Tabela 4- Constituição de Lote PA .....	59
Tabela 5- Stock de Segurança PEC .....	60
Tabela 6- Stock de Segurança PA.....	61
Tabela 7- Indicador Kits/Horas .....	79

## LISTA DE ACRÓNIMOS

ConWIP- *Constant Work in Progress*

TPS- *Toyota Production System*

AR- Alta Rotação

MR- Média Rotação

BR- Baixa Rotação

TOC- *Theory of Constraints*

LEP- Lote Económico de Produção

FIFO- *First In First Out*

VA- Valor Acrescentado

VNA- Valor Não Acrescentado

TI- Trabalho Incidental

VSM- *Value Stream Mapping*

MP- Matéria Prima

PEC- Produto em Curso

PA- Produto Acabado

MTO- *Make To Order*

SMED- *Single Minute Exchange of Die*

RBP- *Rapidex Box Print*

SS- Stock de Segurança

# 1 INTRODUÇÃO

Neste primeiro capítulo pretende-se fazer uma contextualização ao projeto desenvolvido. Numa primeira fase um enquadramento à filosofia *lean*, às metodologias utilizadas durante o projeto e seus objetivos.

Numa segunda fase segue-se uma introdução à DS Smith Tecnicarton Portugal, onde são relatadas as áreas de negócio na qual o grupo e a empresa se inserem, quais os seus principais produtos e pontos de diferenciação.

## 1.1 MOTIVAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

A globalização dos mercados tornou cada vez mais difícil a diferenciação de uma empresa num mercado competitivo. Cada vez mais é essencial incutir numa empresa a filosofia de mudança, inovação e de melhoria constante dos seus processos, para que esta tenha bons resultados e se distinga dos seus concorrentes (Kumar, Dhingra, & Singh, 2018).

O mundo empresarial está em constante mudança, assim como a procura e requisitos dos clientes, o que obriga as empresas a terem uma excelente capacidade de resposta e de serviço para captar os mesmos (Kumar et al., 2018).

Hoje em dia o principal desafio é produzir mais, com menos recursos e mantendo a boa qualidade dos produtos. Para alcançar estes objetivos e esta visão inovadora é necessário ter a melhoria continua muito presente na organização e nunca a perder de vista, envolvendo os seus colaboradores e consciencializando-os a olhar para o *kaizen*, melhoria continua em japonês, como algo intuitivo e natural.

O pensamento *lean* enquadra-se nesta visão de negócio na perfeição. *Lean* é uma filosofia que foca a sua gestão na identificação e eliminação de desperdícios numa empresa e em toda a sua cadeia de abastecimento, com vista a melhorar a eficiência e produtividade dos processos produtivos (Scherrer-Rathje, Boyle, & Deflorin, 2009).

A filosofia *lean* providencia o contacto com ferramentas essenciais para o aumento da produtividade e diminuição de custos, através da eliminação de desperdícios. O Value Stream Mapping (VSM), por exemplo, é uma ferramenta de análise que permite ao gestor identificar desperdícios e também planear e visualizar o seu projeto de melhoria. Já ferramentas como: *kanban*, gestão visual, *heijunka*, *standard work*, *Single Minute Exchange of Die* (SMED), quando são implementadas permitem a otimização de processos e melhoria do desempenho.

Este projeto insere-se no âmbito de um estágio curricular na empresa DS Smith Tecnicarton Portugal com o objetivo de melhorar o desempenho e a taxa de serviço da empresa.

A DS Smith Tecnicarton é uma empresa no ramo da embalagem, em que o seu ponto forte é o fabrico de embalagens industriais e o seu acondicionamento em cartão canalado. O principal fator que torna esta empresa muito competitiva é a customização do produto, desenvolvimento de soluções customizadas e produção de embalagens à medida das necessidades do cliente.

Com o objetivo de melhorar a capacidade de resposta ao cliente, a empresa pretende incutir nos seus colaboradores conceitos *lean* para que exista um processo de melhoria continua em todo o chão de fábrica.

Desta forma pretende-se combater alguns pontos críticos na logística interna e na produção que estão a afetar a gestão e controlo do material e da produção.

Por fim, com este estágio pretendeu-se desenvolver um projeto de realização de ações de melhoria no funcionamento da logística interna, no seu fluxo de informação e de material, assim como a implementação de sistema de produção autónomo. Estas ações visam um maior controlo e uma melhor gestão dos processos produtivos e dos seus envolventes.

## 1.2 OBJETIVOS DO PROJETO

O projeto proposto pela empresa consistiu essencialmente em dois desafios: reorganização da logística interna e implementação de um sistema *Constant Work in Progress* (ConWIP).

Os principais objetivos destas duas ações visam melhorar muitos aspetos que são cruciais para: o bom funcionamento do fluxo de materiais e de informação, produtividade e uma boa prestação de serviços ao cliente.

Desta forma, no início deste projeto apresentaram-se os objetivos a atingir durante este projeto:

- Implementar um sistema de produção autónomo, isto é, que não dependa de uma pessoa em concreto e que qualquer pessoa consiga gerir este sistema;
- Criar um sistema de gestão visual, principalmente no armazém interno;
- Redução de paragens por falta de material, informação ou componentes;
- Controlo do *stock* de Matéria-Prima (MP) no armazém interno;
- Ter um *stock* controlado e estável de Produto Em Curso (PEC) e de Produto Acabado (PA);

- Melhorar a taxa de serviço em 15%.

As ações de melhoria planeadas e projetadas para este projeto estão orientadas para a satisfação destes objetivos. Na fase de planeamento, implementação e análise de resultados utilizaram-se algumas metodologias que serviram para analisar, calcular e atuar perante as situações.

### 1.3 METODOLOGIAS DO PROJETO

No sentido de atingir os objetivos descritos anteriormente foi definido um procedimento em que se estabeleceram etapas de execução de tarefas.

Primeiramente fez-se uma análise da situação inicial através da ferramenta VSM e através de uma observação rigorosa das movimentações do operador logístico. Esta análise serviu para conhecer os processos produtivos da empresa e para identificar os problemas e as situações mais críticas.

De seguida, começou por se planear a organização do armazém. Para isso foi necessário fazer um registo do espaço disponível e da quantidade de material a armazenar, para posteriormente fazer o *layout* definitivo. Após o planeamento e discussão da solução final com o responsável da produção e operadores logísticos procedeu-se à implementação das mudanças para tornar o armazém num local organizado. Para além disso, criou-se um sistema *kanban* para controlar a MP no armazém interno.

Relativamente ao projeto de implementação do sistema de produção ConWIP, calcularam-se primeiro os lotes de produção com base em duas metodologias diferentes. Depois dos cálculos realizados fez-se uma análise de sensibilidade aos lotes resultantes e tomou-se uma decisão com base nestes e em fatores externos. Numa segunda fase procedeu-se à realização dos *kanbans* de PEC e de PA e dos quadros de constituição de lote. Por fim, realizou-se um documento em formato de *excel* capaz de nivelar a produção. Com todas as tarefas planeadas e realizadas começou-se a implementar este sistema de produção progressivamente.

Numa fase de monitorização foram corrigidas algumas situações e foram apontadas propostas de melhoria. Posteriormente analisaram-se os resultados obtidos através da recolha de alguns dados e comparação do cenário anterior e atual.

### 1.4 APRESENTAÇÃO DO GRUPO DS SMITH TECNICARTON

O grupo DS Smith, líder no setor da produção de embalagens, nasceu em 1940 e foi criado pela família inglesa Smith. Atualmente está presente em 37 países e emprega

cerca de 27 000 pessoas em todo o mundo. Destaca-se ainda por ser um dos principais fornecedores de embalagens de cartão canelado da Europa e, também, especialista de embalagens de plástico em todo o mundo.

A DS Smith opera em quatro áreas diferentes: embalagem, recicláveis, papel e plástico.

Em 2015, o grupo inglês adquiriu o grupo Tecnicarton, grupo espanhol ao qual esta unidade fabril pertence desde 2011. Com esta integração, as fábricas Tecnicarton passaram a ser conhecidas como DS Smith Tecnicarton.

A Tecnicarton nasceu em 1989 em Espanha e é, atualmente, uma área de negócio do grupo DS Smith inserida na área da embalagem.

Após 25 anos de experiência no sector da embalagem industrial, a Tecnicarton é uma referência no desenvolvimento, fabricação e fornecimento de embalagens de alto rendimento, devido essencialmente ao desenvolvimento de soluções customizadas.

Consoante a necessidade do cliente, a DS Smith Tecnicarton desenvolve um estudo relativamente à melhor solução para o pedido do cliente, desde o *design* da mesma até aos materiais e tecnologias a utilizar.

Para o desenvolvimento de soluções a empresa conta com um centro de R+D+i (*research, development e innovation*) altamente qualificado no desenvolvimento de soluções de embalagem multimaterial. Para além disso, utilizam ainda as ferramentas de desenvolvimento em 2D e 3D mais avançadas e vários recursos em CAD e CAM para a produção de protótipos.

Relativamente aos clientes da DS Smith Tecnicarton é possível afirmar que a maioria é do sector automóvel, seguindo-se a indústria metalúrgica, mercado de energias, indústria alimentar entre outras, em menor volume.

A DS Smith Tecnicarton oferece ao mercado uma gama de produtos que inclui quatro tipos de embalagens:

- **Embalagem de cartão canelado:** as embalagens de cartão canelado são desenvolvidas à medida para satisfazer as necessidades dos clientes, face aos seus produtos e à sua cadeia logística. O objetivo do *design* dos produtos é aproveitar ao máximo o tamanho do contentor e do transporte, para embalar o máximo de peças em perfeitas condições até ao destinatário. Os principais produtos para as quais são desenhadas são: produtos sólidos e líquidos a granel, peças industriais de grande volume e peso, componentes automotivos, produtos para exportação, etc;



- **Embalagem reutilizável:** embalagem multimaterial produzido à medida, de forma a embalar em boas condições os produtos durante o transporte numa linha de produção;
- **Acondicionamento de embalagens:** interiores em qualquer material dimensionado para protegerem os produtos de choques, impactos e vibrações;
- **Embalagem logística:** componentes logísticos que a embalagem precisa para um correto funcionamento produtivo, como: paletes de cartão ou plástico, dispositivos inteligentes capazes de avaliar certas características do produto (humidade, temperatura, impacto, etc.).

Atualmente a DS Smith Tecnicarton está presente em quatro países: Espanha, França, Marrocos e Portugal.

### 1.5 APRESENTAÇÃO DA UNIDADE FABRIL DE PORTUGAL

O projeto de reorganização da logística interna e implementação do sistema de produção ConWIP, no âmbito do estágio curricular, desenvolveu-se na DS Smith Tecnicarton Portugal. Esta unidade fabril localiza-se em Águeda.



*Figura 1- Unidade Fabril em Águeda*

A fábrica portuguesa devido ao seu passado e face às necessidades dos seus clientes domina essencialmente a produção de embalagens industriais e o seu acondicionamento em cartão canelado.

No entanto, esta fábrica tem vindo a apostar bastante na produção de embalagens flexíveis e em polipropileno (PP). Apesar deste tipo de embalagens serem menos procurados que o cartão canelado, a empresa conta com recursos capazes de desenvolver as mesmas.

O projeto do estágio curricular insere-se na área de produção de cartão, e, por isso, no capítulo 3, serão explicados mais especificamente os processos produtivos e os produtos em cartão canalado.

A DS Smith Tecnicarton Portugal transforma placas de cartão canalado em caixas, embalagens e divisórias, cujos principais clientes são da indústria automóvel.

## 1.6 ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO DE PROJETO

Este relatório está dividido em 7 capítulos.

No capítulo 1, Introdução, faz-se uma contextualização do projeto, define-se as metodologias a seguir e os objetivos a atingir.

No capítulo 2, Revisão da Literatura, apresentam-se os conceitos teóricos base para o desenvolvimento e implementação das metodologias utilizadas durante o projeto. Neste enquadramento teórico faz-se referência essencialmente à filosofia *lean*, a sua cultura, os seus princípios, ferramentas e as vantagens da sua implementação.

No capítulo 3, Análise da situação inicial, expõem-se as informações relativas ao estado inicial da unidade industrial. Sendo que se começa por fazer uma integração do leitor aos principais produtos e processos da empresa, seguindo-se a análise mais concreta dos problemas encontrados e perceção das situações a atuar no projeto.

No capítulo 4, Reorganização da logística interna, primeira ação de melhoria implementada, encontram-se as principais ações que foram desenvolvidas no sentido criar uma gestão visual no armazém e nos processos que interagem com este.

No capítulo 5, Implementação do sistema de produção ConWIP, segunda implementação, onde se explicam todas as metodologias implementadas para o bom funcionamento deste sistema na produção.

No capítulo 6 e 7, são analisados os resultados das ações de melhoria implementadas e as conclusões acerca de todo o processo: deteção das situações mais críticas, implementações de melhorias e comparação entre a situação inicial e final. Para além disso, é feito um balanço final e são abordados alguns projetos futuros sugeridos pelo autor deste projeto.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresentam-se conceitos teóricos encontrados na literatura que foram importantes para o desenvolver deste projeto.

Primeiramente encontram-se conceitos *lean* que são cruciais para uma boa compreensão do projeto desenvolvido. Este projeto combina filosofias e metodologias que são descritas neste capítulo.

A seguir aos conceitos básicos *lean* apresentam-se as bases para a criação de um sistema de planeamento e controlo da produção, nomeadamente: o *Just In Time* e a Teoria das Restrições.

Por último, aborda-se o lote económico de produção, metodologia que combina vários fatores importantes para uma constituição de lote ideal capaz de aproveitar a capacidade máxima do sistema.

### 2.1 LEAN THINKING

Nos anos 40, no Japão, a *Toyota Motor Company*, uma empresa do setor automóvel sentiu a necessidade de criar um novo conceito produtivo, uma vez que não estava a conseguir acompanhar as restantes empresas do setor automóvel (Liker, 2004).

A indústria automóvel europeia e norte-americana, nesta altura, era um setor de produção em massa, que permitia produzir elevadas quantidades com elevada eficiência e num curto espaço de tempo. No entanto, não permitiam ter uma produção flexível e diversificada (Melton, 2005).

Num cenário pós-guerra, a Toyota sentiu-se na necessidade de desenvolver um novo sistema de produção, o *Toyota Production System* (TPS), uma vez que a procura japonesa exigia uma produção diversificada e em pequenas quantidades. Sendo assim, a produção em massa não era aplicável pois iria causar grandes desperdícios (Liker, 2004).

Nesse sentido, a Toyota tinha a ambição de criar um sistema de produção com fluxo contínuo e com ciclos de produção curtos, de forma a tornar-se competitiva no mercado (Melton, 2005).

O TPS foi desenvolvido inicialmente por Taiichi Ohno e, mais tarde, por Shigeo Shingo. Foi com origem neste sistema de produção (TPS) que foi desenvolvido o *Lean thinking*, regida essencialmente pela identificação e redução de desperdícios (Pinto, 2014).

A filosofia *Lean thinking* tem uma generosa reputação a nível mundial, muito graças ao sucesso das empresas que apostaram e apostam nela, desde as empresas

percursoras, como a Toyota, a outras empresas, dos mais variados setores (Pinto, 2014).

Scherrer-Rathje, Boyle, & Deflorin defendiam que: *“Lean is a management philosophy focused on identifying and eliminating waste throughout a product’s entire value stream, extending not only within the organization but also along the company’s supply chain network”* (2009).

### 2.1.1 OS PRINCÍPIOS *LEAN THINKING*

A filosofia *Lean* orientada para a eliminação de desperdícios e melhoria contínua concentra a sua essência sobretudo em cinco princípios-chave. Estes princípios explicam os conceitos mais importantes para o pensamento *Lean*, não restringindo estas ideias à produção automatizada, tornando possível a aplicação dos mesmos noutros setores, organizações e países.

Segundo Pinto (2014), os cinco princípios da filosofia *Lean* foram identificados por Womack e Jones em 1996, e são os seguintes:

- **Identificar o valor:** na ótica do cliente, especificar o que é e o que não é valor acrescentado. O valor vai de encontro às necessidades dos clientes e ao preço que este está disposto a pagar (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2011).
- **Definir a cadeia de valor:** consiste na análise de todas as atividades, processos, subprocessos que os produtos ou serviços são submetidos até estarem concluídos. De forma a identificar as atividades que não acrescentam valor para o cliente e que devem ser eliminadas, deve-se dividir estas atividades em três categorias: aquelas que acrescentam valor para o cliente, as que não acrescentam valor mas que são necessárias para obter o produto final, e as que são necessárias e não acrescentam valor e que são desperdícios (Hines et al., 2011).
- **Estabelecer um fluxo contínuo:** permite a criação de um fluxo de produção contínuo, sincronizando as atividades que acrescentam valor sem interrupções, períodos de espera e sem desperdícios (Hines et al., 2011).
- **Produção *Pull*:** procura que sejam os clientes a despoletar a produção e a liderar os processos, evitando que a empresa “empurre” o produto para o cliente, daquelas que julgam ser as suas necessidades. Assim, permite que o produto seja produzido na altura certa, nunca antes ou depois (Pinto, 2014).

- **Procurar a Perfeição:** considerando que as necessidades, interesses, metas numa organização estão em constante evolução, é importante incentivar a melhoria contínua dos processos. Uma organização deve procurar a constante eliminação de desperdícios e criação de valor (Pinto, 2014).

### 2.1.2 OS SETE DESPERDÍCIOS

Liker e Morgan (2006) baseados na TPS afirmam que o desperdício é caracterizado por: *“Waste is what costs time and money and resources but does not add value from the customer’s perspective. Eliminating waste to focus on adding value to customers provides a common reference point for engineers working to improve the process.”*

Durante o desenvolvimento da TPS, Ohno e Shingo identificaram sete tipos de desperdícios (Pinto, 2014). Estas sete categorias foram identificadas com o intuito de ajudar os operadores e gestores a distinguirem cada tipo de desperdício ajudando assim, a reduzi-lo eficazmente (Bauch, 2004; El-Namrouty & S.AbuShaaban, 2013).

É importante constatar que nem sempre é possível eliminar o desperdício, uma vez que nestes casos este desperdício é necessário para o funcionamento do processo, no entanto é possível reduzi-lo. Como por exemplo, na ótica da produção, é impossível produzir um componente numa máquina se não existir o processo de abastecimento da mesma (Melton, 2005).

Os sete desperdícios identificados pelos mentores da TPS são os seguintes:

- **Excesso de Produção:** considerado um dos desperdícios mais penalizantes que pode existir nas fábricas. Uma vez produzido em excesso pode-se considerar que se utiliza mais matéria-prima do que a que é necessária, cria-se mais *stock* do que o necessário e são pagos salários por trabalho desnecessário (Suzaki, 2010). Existem muitas outras consequências, associadas ao excesso de produção, destacando-se o risco associado ao excesso de *stock* do componente, uma vez que, se no futuro a procura deste diminuir, o risco de obsoleto é elevado (Bauch, 2004; El-Namrouty & S.AbuShaaban, 2013).
- **Espera:** este desperdício é de fácil identificação. Segundo El-Namrouty & S.AbuShaaban (2013), este tipo de desperdício acontece sempre que o material a jusante de um processo produtivo não está a sofrer alterações ou quando este material não está a ser processado. Estas situações ocorrem quando um operador está parado à espera de algo que é indispensável para

a sua operação, como por exemplo uma ferramenta, material para ser processado, manutenção, uma autorização, etc. (Suzaki, 2010).

- **Transporte:** esta categoria é muito comum nas fábricas e trata-se de transporte desnecessário e um sistemático manuseamento do material. O desperdício do transporte também acarreta muitas situações prejudiciais ao processo, uma vez que pode atrasar o processo produtivo, ocupam espaço na fábrica e, às vezes, podem levar à danificação de material. É causado essencialmente por falta de organização e comunicação, *layouts* mal definidos e pela má arrumação e disposição do material (Pinto, 2014; Suzaki, 2010).
- **Processo:** este desperdício refere-se a processos ou tarefas que não são necessárias para obter um bom componente. Esta ocorrência pode refletir-se num aumento de defeitos e perdas, uma vez que existe mais processamento do que o que é necessário (Pinto, 2014). A causa deste desperdício pode estar associada à falta de formação ou à inexistência de uma metodologia a seguir pelos operadores.
- **Stocks:** o excesso de *stock* aumenta o custo do produto, implica mais espaço, mais manuseamento, mais operadores. Com este desperdício estão muitos outros problemas encobertos, como um erro no planeamento da produção, cumprimento de prazos de entrega, avarias, *setups* elevados, etc. A Figura 2 retrata uma analogia a este desperdício, em que o nível da água representa o nível de *stock*, as rochas representam os problemas operacionais e o barco representa a gestão de operações. Quando a maré está cheia a água encobre as rochas que existem no oceano, e assim que o nível da água baixa as rochas vão se tornando entraves para a navegação do barco. Portanto, considerando o nível de *stock* alto, os problemas vão sendo encobertos pelo excesso de material que existe na fábrica. Quando se começam a reduzir *stocks* os problemas que até aqui foram encobertos começam a surgir. É necessário solucionar as questões operacionais para que se prossiga com a redução de *stocks*. E, assim, sucessivamente até que o nível da água seja o mínimo possível (Suzaki, 2010).

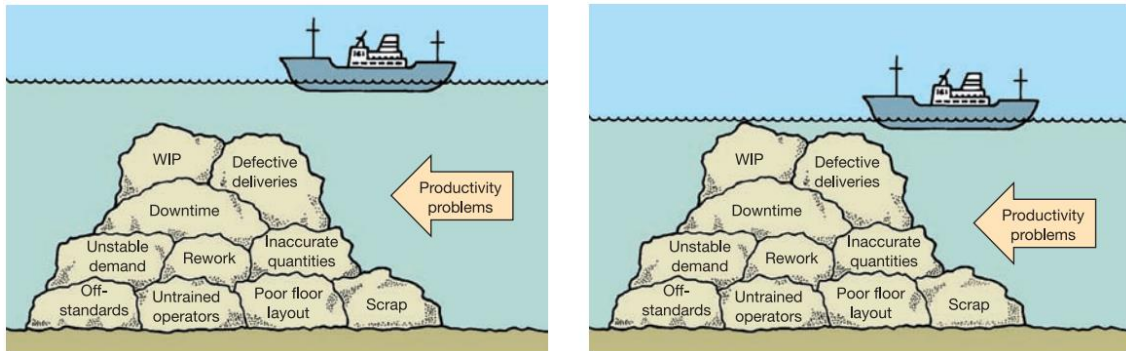


Figura 2- Analogia do Nível do Stock (Slack, Brandon-Jones, & Johnston, 2014)

- **Movimento:** este desperdício é caracterizado por todos os movimentos que não são realmente necessários para realizar uma operação (Pinto, 2014). É importante lembrar que movimento não significa trabalho, por exemplo: o movimento das nossas mãos e pés, que não acrescentam valor ao produto. Existem algumas situações que são muito frequentes, como a movimentação para procurar uma ferramenta, quando as operações são mais manuais: as movimentações entre componentes necessárias para executar uma tarefa, e o simples caminhar. Este tipo de desperdício deve-se essencialmente à falta de organização do posto de trabalho e ao *layout* do mesmo (Suzaki, 2010).
- **Defeito:** consiste essencialmente em problemas e defeitos da qualidade do produto. Os defeitos levam a um aumento do lead time de um produto e a um acréscimo do custo do mesmo. Para além disso, os produtos que têm defeitos são reprocessados e, por vezes, até acabam por não se conseguirem aproveitar para consumo, sendo o seu destino a sucata. Devem-se muitas vezes à inexistência de ações de controlo de qualidade ou triagem dos produtos, transporte e movimentação de material, etc. (Pinto, 2014; Suzaki, 2010).

Para além destes sete desperdícios identificados pela TPS, existe ainda um oitavo apresentado por Liker (2004): o **potencial humano não aproveitado**. Este desperdício acontece quando as empresas não dão voz aos seus colaboradores, perdendo assim ideias, tempo, competências e oportunidades de melhoria por não darem atenção às suas propostas.

### 2.1.3 PUSH VS. PULL

Os sistemas *push* e *pull* são duas abordagens de gestão e planeamento da produção. Estes diferenciam-se na forma como a informação e o material circulam no

sistema. *Push* significa agir em antecipação da necessidade. *Pull* significa agir aquando da necessidade (Bonney, Zhang, Head, Tien, & Barson, 1999).

O sistema *push* representa uma produção *Make to Stock*, uma vez que não se baseia na procura real para gerir todo o processo produtivo, empurrando os produtos para o mercado. O sistema *pull* traduz-se numa produção *Make to Order* pois a produção é baseada na procura real, produzindo apenas o que o cliente encomenda (M. L. Spearman & Zazanis, 1992).

Num cenário passado e no território americano, devido à inexistência de concorrência os mercados eram facilmente conquistados pelas marcas. Desta forma, a principal preocupação das marcas americanas era a busca pela eficiência e pela otimização de recursos. Assim, a produção fazia-se em grandes lotes de produção para compensar elevados *setups* e outros custos associados à produção de componentes, gerando grandes quantidades de PEC e de PA. Como referido anteriormente, num sistema *push* as produções são baseadas numa procura prevista, o que muitas vezes se reflete em desvios da procura, e, conseqüentemente, em custos desnecessários. No entanto, os desperdícios causados pelo sistema eram absorvidos pelo domínio que as marcas tinham no mercado (Pinto, 2014).

Existem algumas vantagens em utilizar um sistema *push*, como: raramente terá ruturas de *stock* e insatisfação por parte do cliente, uma vez que uma das características deste sistema é o excesso de *stock*. Existem organizações que têm uma cadeia de abastecimento com um elevado grau de previsão da procura, o que lhes permite obedecer a um fluxo de informação e material *push*, e ao mesmo tempo planear e produzir em concordância com a procura real. Neste caso, estas empresas conseguem controlar melhor os pontos mais críticos deste sistema (Bonney et al., 1999; M. L. Spearman & Zazanis, 1992).

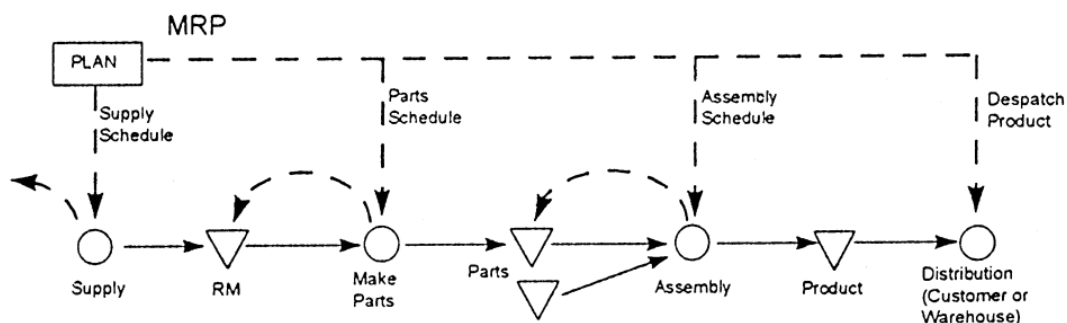


Figura 3- Fluxo de material e informação num sistema *push* (Bonney et al., 1999)



O setor fabril vive, constantemente, uma pressão do mercado para produzir cada vez mais, num curto espaço de tempo produtos personalizados. No seguimento desta realidade e considerando a vasta quantidade de empresas para responder à procura dos clientes, é importante ter uma boa taxa de serviço para os conquistar. Desta forma, as empresas vêem-se obrigadas a repensar a sua estratégia.

Toyoda e Ohno juntamente com os ensinamentos transmitidos por Ford em 1922, fundador da Ford Motor Company, criaram o sistema de produção mais bem-sucedido da indústria, o sistema *pull*. Assim, depressa constataram que se reduzissem o tamanho dos lotes iriam diminuir os custos e os tempos de produção dos seus automóveis, o que os ia tornar mais competitivos face às restantes marcas que dominavam o sector automóvel (Pinto, 2014).

A filosofia *pull* é então um sistema de produção assente no sistema *Just in Time* (JIT), que consiste em produzir os seus produtos no momento certo, na quantidade pedida e no local desejado. Desta forma, para trabalhar num regime JIT é necessário recorrer ao sistema *pull* para gerir e controlar o fluxo de informação, materiais e pessoas (Pinto, 2014).

Ao contrário do que acontece com o sistema *push*, o excesso de *stock* no sistema *pull* não acontece. A produção é gerida com base nos pedidos dos clientes e a sua sequência é estabelecida com base na sequência de entregas.

O sistema *pull* é altamente apetecível aos olhos das empresas uma vez que não gera grandes quantidades de *stock*. No entanto, o facto de este sistema não permitir grandes quantidades de *stock* pode prejudicar a taxa de serviço da empresa. Assim, conclui-se que o sistema *pull* é muito sensível a flutuações da procura. Um aumento significativo da procura pode comprometer a empresa e a sua produção, pois a cadeia de abastecimento pode não ter capacidade para absorver esta procura. Por vezes, a produção pode ter capacidade para responder a aumentos da procura, mas os fornecedores não conseguem satisfazer os pedidos, ou os serviços logísticos de transporte. Todos estes fatores podem influenciar a entrega dos produtos requisitados aos clientes, o que prejudica o nível de serviço da empresa, causando uma má imagem aos clientes (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2007; Harrison, Lee, & Neale, 2003).

Para além disto, é importante fazer referência ao sistema *kanban* que está intimamente ligado ao sistema *pull*. A designação *kanban* deriva do japonês e significa cartão, e controla o fluxo de materiais e informação no chão de fábrica. É crucial uma vez que são os *kanbans* que informam os operadores de quanto, quando e o que produzir. A sua utilização disciplina a produção evitando que existam excessos de produção, controlando *stocks* e elimina erros de planeamento da produção de produtos não requisitados (Pinto, 2014; Suzaki, 2010).

Num sistema *pull*, um cartão *kanban* é a forma de o processo comunicar ao processo anterior que necessita de mais peças, ou seja, a produção é despoletada pelo recebimento de cartões.

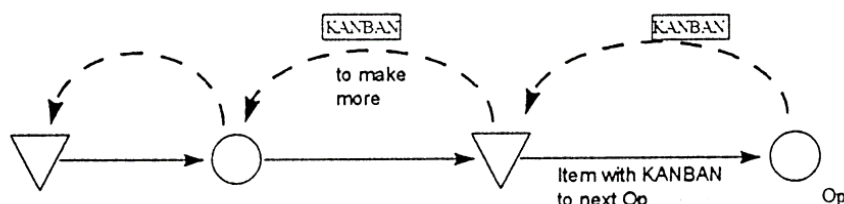


Figura 4- Fluxo de material e informação num sistema *pull* (Bonney et al., 1999)

As principais características destes dois sistemas estão explícitos na Tabela 1:

Tabela 1- Características dos sistemas *Push* e *Pull* (fonte:(Harrison et al., 2003))

CARACTERÍSTICA	<i>PUSH</i>	<i>PULL</i>
<b>Objetivo</b>	Minimizar custos e otimizar recursos	Maximizar nível de serviço
<b>Complexidade do sistema</b>	Alta	Baixa
<b>Foco</b>	Alocação de Recursos	Capacidade de resposta
<b>Lead Time</b>	Longo	Baixo
<b>Processos</b>	Planeamento Tático	Cumprir com os pedidos

Relativamente às principais diferenças sentidas entre os dois sistemas:

- **Sentido do fluxo da informação:** o sistema *push* empurra os produtos para os clientes na expectativa de estes os consumirem, para além de basearem o seu planeamento da produção em previsões. Em contrapartida, num sistema *pull* é o cliente que despoleta uma ordem de produção, sendo assim o fluxo informação circula no sentido contrário ao fluxo de materiais. Como é possível ver na Figura 4, num sistema *pull* cada posto puxa o posto anterior, num efeito em cadeia, até ao início do processo (Pinto, 2014; Roser, 2015b).
- **PEC:** como já foi constatado anteriormente quando se utiliza um sistema *push* verificam-se grandes quantidades de PEC porque não existem especificações sobre a quantidade de PEC que deve existir a circular. Pelo contrário, o sistema *pull* limita o PEC. Este facto é verificado pela utilização de *kanbans*, uma vez que este sistema estabelece um limite máximo para o PEC. Não é possível ter mais material do que aquele que é permitido pelo número de cartões *kanban*. Uma nova ordem de produção só será

despoletada se não existir produto acabado para responder ao pedido do cliente. Tudo isto permite que se cumpram os requisitos da limitação do PEC (Roser, 2015b).

#### 2.1.4 KAIZEN

*Kaizen* é uma palavra japonesa que significa melhoria contínua.

A força motriz da melhoria contínua é a não conformação por parte dos colaboradores com o estado atual da organização. A melhoria contínua pode aplicar-se à vida pessoal, em casa, na vida social e no trabalho. Quando aplicado na área de trabalho o *kaizen* envolve toda a gente, todos os colaboradores, gestores e operadores (Helms, 2009).

O que é realmente importante não é a taxa de melhoria que uma ação tem, mas sim o ato de fazer algo para melhorar a performance de um determinado posto de trabalho. Portanto, não importa a dimensão da mudança, grande ou pequena, o importante é todos os meses, semanas, dias, períodos de tempo curtos se faça qualquer coisa para melhorar. Isto é melhoria contínua, questionar, ter um olhar crítico perante o ambiente de trabalho e agir para melhorar sempre algo (Slack et al., 2014).

#### 2.1.5 FERRAMENTAS LEAN

##### 2.1.5.1 GESTÃO VISUAL

Nos dias que correm, é crucial criar-se um bom sistema de comunicação entre todos os departamentos de uma empresa. A informação deve ser simples e clara de forma a criar a interpretação intuitiva da situação, permitindo assim aumentar a produtividade do processo em questão. A informação deve ser capaz de informar e alertar tanto os operadores como os responsáveis da respetiva área da situação atual do processo. A ferramenta que permite que estas situações estejam todas presentes é a gestão visual (Wojakowski, 2013).

Ohno (1988) constata que a gestão visual foi criada e desenvolvida pela TPS e que o principal objetivo desta ferramenta é tornar possível que os gestores percebam se os operadores estão a respeitar o método de trabalho ou não, apenas com o olhar (as cited in (Eaidgah, Arab Maki, Kurczewski, & Abdekhodae, 2015)).

O conceito de gestão visual agrega um conjunto de diferentes métodos e ferramentas que visam a visualização de informação e a criação de regras e diretrizes. Uma vez que a grande parte da informação que é absorvida, enquanto seres humanos, é através da visão, faz todo o sentido promover a gestão visual para facilitar a

comunicação e a tomada de decisão. Alguns exemplos acerca de ferramentas que promovem a gestão visual do chão de fábrica são: 5S, linhas limitadoras no chão, semáforos, *kanban*, *heijunka box*, quadros de gestão visual, quadros de sombra, etc.

De acordo com Moser e Santos (2003), a implementação da gestão visual no chão de fábrica deve ser capaz de comunicar com as pessoas:

*For instance, appropriate visual controls should be able to help people to identify whether or not boxes of a certain item are where they should be, or if they have exceeded the maximum limit of a required quantity. In an ideal situation, anyone should be able to detect or avoid errors like this and, thus, contributing to improve the process performance.*

Tezel et al. (2009) identificou algumas funções que a Gestão Visual traz ao chão de fábrica quando utilizado.

Em primeiro lugar, uma das funções mais importantes desta ferramenta é a transparência. A transparência é a capacidade do processo/atividade comunicar com as pessoas (Santos, 1999). Quando um processo é transparente toda a gente é capaz de tirar conclusões sobre o estado do processo só com o olhar, sem precisar de questionar outros e sem necessidade de grande processamento da informação (Moser & Santos, 2003; B. A. Tezel et al., 2009). Conclui-se, portanto, que com a implementação desta metodologia deixará de existir a necessidade de procurar pela informação (Moser & Santos, 2003).

A Disciplina é outra função chave do controlo visual, no sentido em que guia os operadores a cumprir regras pré-estabelecidas e a atuar em conformidade com o bom funcionamento do processo. Isto leva a que toda a gente (operadores experientes ou novos, gestores, etc.) seja capaz de identificar qual o comportamento correto a ter e a cumpri-lo sem que seja necessária a intervenção de outrem. Assim, irá reduzir-se a dependência entre postos de trabalho e entre os operadores e os seus superiores (A. Tezel, Koskela, & Tzortzopoulos, 2010).

Para além disso, a aplicação de ferramentas que visam a gestão visual do chão de fábrica contribuem para a melhoria contínua (*kaizen*). Como referido anteriormente, aquando da existência de uma gestão visual, qualquer pessoa está apta para identificar erros, desperdícios e problemas facilmente, e, assim é mais intuitivo identificar oportunidades de melhoria (Santos, 1999).

Concluindo, existem ainda outras funções da gestão visual, como por exemplo: tornar o trabalho mais simples, uma vez que com a existência dos sinais visuais reduzem o esforço físico e mental que os trabalhadores precisam de ter para realizar uma atividade (B. A. Tezel et al., 2009).

#### 2.1.5.2 VALUE STREAM MAPPING (VSM)

O mapeamento da cadeia de valor é uma ferramenta que permite visualizar todo o fluxo de material e informação de um determinado produto.

Os autores Rother e Shook (2003) explicam que quando é feito um mapeamento da cadeia de valor existe uma visão geral de todo o processo, “Escolher fazer um *value stream mapping* implica mapear toda a cadeia de abastecimento, e não processos individuais, e melhorar todo o processo, não otimizar apenas partes”. Ao analisar toda a cadeia de valor de um produto é necessário percorrer todos os seus fluxos, desde os fornecedores até aos clientes.

O VSM é uma ferramenta que permite ao observador tirar conclusões acerca dos desperdícios ocorrentes na cadeia e, com o mapeamento da cadeia de valor ajuda a descobrir as fontes de desperdício (Rother & Shook, 2003). A utilização desta ferramenta promove um debate dos diferentes departamentos que estão inseridos neste fluxo, que poderá ser uma mais-valia para eventuais oportunidades de melhoria.

Diferencia-se de outras ferramentas *lean* pelo facto de ser qualitativa, o que se revela mais apropriado quando se pretende planear as melhorias que se vão implementar. Ao contrário das ações quantitativas que são importantes na análise anterior e posterior à medida implementada.

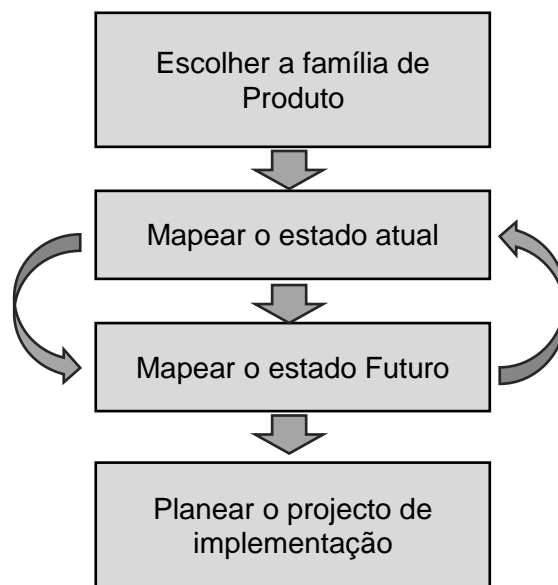


Figura 5- Ciclo VSM

Aquando da utilização desta ferramenta devem cumprir-se quatro passos para que se obtenham bons resultados, como ilustrado na Figura 5. Começa-se pela escolha da família do produto, ou seja, um conjunto de produtos que passem pelos mesmos

processos. Segue-se então, o mapeamento da cadeia de valor dessa mesma família da situação actual. Depois da situação atual estar entendida e mapeada deve notificar-se as oportunidades de melhoria e desenhá-las de forma a representar o estado futuro da situação. Por fim, é importante planejar o projeto de implementação ilustrado no VSM do estado futuro. Após a implementação das melhorias é essencial mapear-se de novo o processo e identificar-se novas melhorias, assim sucessivamente promovendo a melhoria contínua dos processos (Christoph Roser, 2015).

## 2.2 SISTEMAS DE PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO

O planeamento da produção deve estabelecer os objetivos básicos para a produção no geral e para cada um dos postos de trabalho. Este plano deve basear-se nos compromissos que a empresa estabelece como um todo, conjugando os objetivos de vendas, custos de produção, programação e *stock* e os objetivos financeiros da empresa (Helms, 2009).

Um planeamento e controlo da produção eficiente pode fazer toda a diferença e tornar uma empresa mais competitiva, mas os ambientes organizacionais mudam. O que é eficiente hoje pode não ser amanhã, os mercados e as tecnologias estão em constante mudança. A estratégia da empresa também tem que ser adaptada e da mesma forma o planeamento e controlo da produção (Vollmann, Berry, & Whybark, 1997).

Segundo Vollmann, Berry e Whybark (1997), geralmente os gestores têm que controlar e planejar uma serie de atividades para que o desencadeamento da produção se dê como esperado e que vá de encontro à estratégia da empresa. As principais atividades são:

- Planear a capacidade dos recursos de forma a responder às necessidades, e assegurar que a sua utilização é apropriada;
- Planear a chegada da MP no tempo certo e nas quantidades certas;
- Manter e controlar o *stock* de MP, PEC e PA nos sítios corretos;
- Planear os processos produtivos para garantir que os operadores e as máquinas estão a trabalhar da forma correta;
- Comunicar com os fornecedores e com os clientes, quer em situações de alerta quer para prolongar as relações organizacionais.

Estas são as atividades que prevalecem no planeamento e controlo da produção para que a gestão de pessoas, equipamentos, *stock*, clientes e fornecedores corra da melhor forma para ter uma boa taxa de serviço.

Existem essencialmente três sistemas de planeamento e controlo da produção utilizados pelas empresas: o Manufacturing Resources Planning (MRP II), o JIT e a Theory of Constraints (TOC).

Neste projeto apenas se vai fazer referência aos sistemas JIT mais aprofundadamente e ao TOC superficialmente.

### 2.2.1 JIT

O sistema JIT é um sistema da filosofia *lean thinking* e é um importante pilar da TPS.

*Just in Time* é uma filosofia que impõe os níveis mais baixos de *stock*. Este sistema defende ainda que uma empresa apenas precisa de ter em *stock* a quantidade certa, no momento certo com a qualidade pretendida. Esta filosofia deve ser aplicada tanto à produção, como à logística interna e externa. O excesso de produção é considerado uma ação tão prejudicial como produzir a menos, uma vez que se vai criar *stock* desnecessário (Helms, 2009).

O sistema de operações JIT engloba essencialmente duas componentes: o sistema *kanban* e o nivelamento da produção (*heijunka*). Estes são os assuntos que vão ser abordados nesta secção, o sistema *Kanban* e o ConWIP e nivelamento da produção (Pinto, 2014).

#### 2.2.1.1 KANBAN

*Kanban*, palavra derivada do japonês, significa “cartão” e é uma ferramenta para gerir os fluxos e produção de material, num sistema de produção *pull*. O *kanban*, apenas enquanto cartão pode funcionar noutros sistemas de produção (por exemplo: o sistema ConWIP).

Liker (2004) relativamente ao sistema *kanban* afirma que: “*Toyota’s whole operation of using kanban is known as the “kanban system” for managing and ensuring the flow and production of materials in a just-in-time production system. (...) It is remarkable, simple, effective, and highly visual.*”

Num sistema *kanban* a cada unidade/lote produzida/o é anexado um cartão *kanban* correspondente ao respetivo produto. Sendo que a presença deste cartão permite movimentar e autorizar o fluxo de materiais e informação, na qual a produção está incluída (Pinto, 2014).

Para além disto, este sistema também surgiu de outras necessidades, como: juntar processos produtivos diferentes. Numa fábrica estes podem estar distanciados, por exemplo quando um processo a montante tem um lead time elevado o material

permanecerá algum tempo em fila de espera (Suzaki, 2010). Com a utilização desta ferramenta pretende-se unir estes processos de forma a criar organização e um controlo visual dos fluxos de informação e material.

O sistema *kanban* controla o sistema *pull* puxando o processo produtivo, uma vez que este se foca no *output* e não no *input*. Ou seja, quem comanda a produção é o cliente final. Sempre que é colocada uma encomenda o processo vai consumindo material, assim, quando consumidas as unidades necessárias o sistema vai autorizar os processos antecedentes à produção de um novo lote de peças. Os lotes de peças, sempre anexados ao cartão *kanban*, são movimentados pelos processos produtivos, sofrendo as respetivas transformações até chegarem ao /armazém como produto acabado (Pinto, 2014).

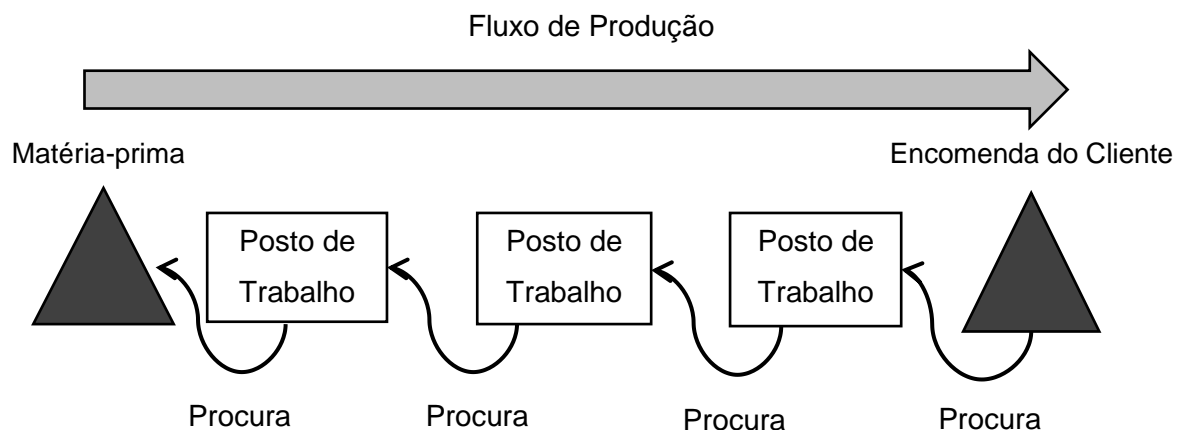


Figura 6- Push vs Pull

O sistema *kanban* exige que exista *stock* intermedio entre todos os processos produtivos. À medida que cada um dos processos vai consumindo *stock* PEC vão se gerando ordens de produção para repor o *stock* consumido em cada posto. Neste sistema, o *stock* de PEC restringe o *stock* entre cada posto, limitando assim o fluxo de material e de produção. Constata-se ainda que o facto de cada posto de trabalho ter um *stock* intermedio associado e controlado pode ser considerado uma fraqueza dado o número de processos produtivos num sistema de produção.

Quando implementado corretamente pode verificar-se uma série de benefícios, como uma melhoria da taxa de serviço, diminuição do *lead time*, melhor gestão de *stocks* e respetivo controlo do PEC (Pinto, 2014).



No entanto, também existem alguns problemas associados a esta ferramenta, como: por vezes, quando as linhas ou sequências de postos de trabalhos são extensas poderá trazer aumento nos *stocks* das fases iniciais do produto (ou seja, mais próximos da MP). Isto acontece uma vez que o material só poderá ser produzido quando os processos seguintes dão autorização. Desta forma, para contrariar esta situação os processos produtivos iniciais deverão assegurar maiores níveis de *stock* para conseguirem responder aos processos a jusante (Pinto, 2014). Além disto, este sistema é adequado para grandes quantidades e pouca variedade, uma vez que quando existe muita variedade de produtos exige *stock* intermédio de todos os produtos, fazendo com que se necessite de grandes quantidades de *stock* intermedio e de espaço entre operações para armazenar o material (Roser, 2015a).

#### 2.2.1.2 CONWIP

Spearman, Woodruff e Hopp (1990) introduziram uma alternativa ao sistema *pull* puro, *kanban*, denominada ConWIP. Este sistema reúne alguns dos benefícios do sistema *kanban*, como: tempos de fluxo curtos, níveis de inventário baixo, baixos lotes de produção etc, permitindo que este sistema se aplique a ambientes com alta variedade de produtos.

O sistema ConWIP é um sistema de controlo da produção, do fluxo de material e informação num sistema de produção que é gerido com base em sinais visuais, tal como o sistema *kanban* (Huang, Wang, & Ip, 1998). A principal diferença entre estes dois sistemas é que no sistema *kanban* o PEC é restrito em todos os *stocks* intermédios das operações, no sistema ConWIP o PEC é restringido e controlado no fluxo total de produção, como um todo (Pettersen & Segerstedt, 2009).

É considerado um sistema híbrido que combina os sistemas de produção *push* e *pull*, uma vez que é puxado (*pull*) no final da linha de produção pela procura do cliente e empurrado (*push*) desde o primeiro processo produtivo até ao último (Sereno, Silva, Leonardo, & Sampaio, 2011).

O sistema ConWIP, como o nome indica, procura estabelecer um PEC constante. Portanto, sempre que existir procura por parte do cliente e o PA for libertado do armazém, o cartão associado ao produto é separado deste e será enviado para o primeiro processo, como autorização para começar a produção. Sempre que a produção de um componente é autorizado e iniciado, a produção decorre até ao fim com o mesmo cartão. Isto verifica-se porque a produção segue a filosofia FIFO (*First in First Out*), que refere o primeiro material a ser libertado é o primeiro a ser produzido, assim sendo, não

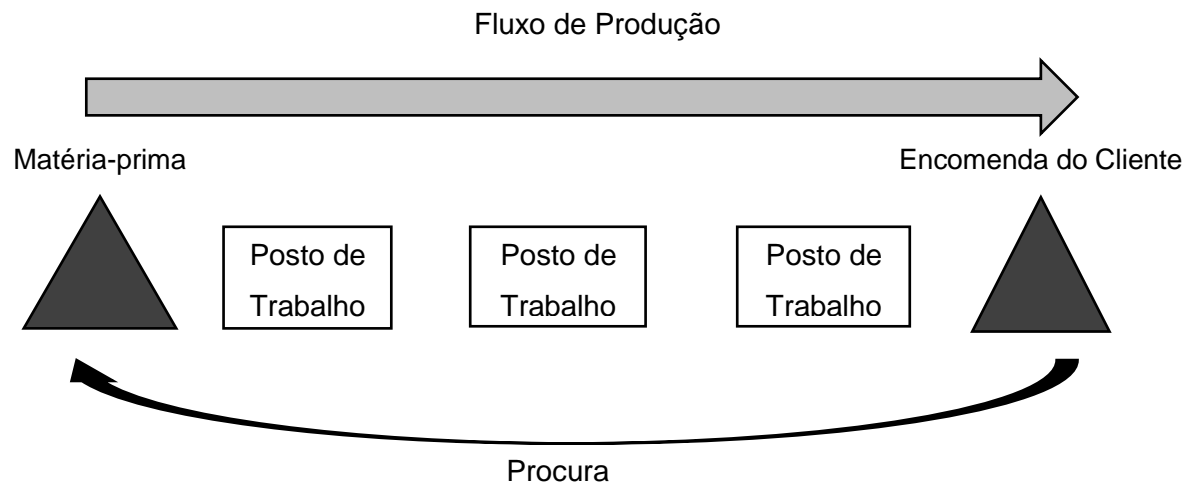


Figura 7- Fluxo de Produção ConWIP

são necessárias autorizações de produção em cada posto de trabalho (Serenio et al., 2011).

Para concluir, segue-se a seguinte citação de (Trollsford, n.d.) baseado noutros autores, que reúne uma serie de benefícios que a implementação do ConWIP pode trazer, como: suporta uma grande variedade de produtos, fácil de usar e não precisa de muita manutenção, e ainda, é um sistema flexível relativamente à mudança da quantidade de cartões.

*Prakash and Feng (2012) mean that the CONWIP system is easy to implement and understood by the blue collars, especially if the production consists of several product types. As Gastermann et al. (2012) point out, it's a system that is simple to use and don't need much management. Further, with one set of global cards the system can be more easily changed due to the restrictions of cards. Duranik et al. (2012).*

#### 2.2.1.3 HEIJUNKA

O conceito *heijunka* nasce da necessidade de gerir de uma forma diferente a produção. Atualmente o mercado está em constante mudança, a procura do cliente é sempre diferente. No sentido de contrariar esta variedade de procura deve-se seguir o *heijunka*, que significa nivelamento da produção (Suzaki, 2010).

O tradicional é o planeamento da produção consoante a ordem de encomenda, produzindo de uma vez só cada uma das encomendas, originando grandes lotes de produção. De seguida, quando termina a produção das unidades de um dado produto,

dá-se a realização do *setup* para outro produto e produz-se todas as unidades respetivas desse produto, e assim sucessivamente (Liker, 2004).

Segundo Liker (2004), quando aplicada nesta tipologia de produção tradicional existem alguns problemas associados:

- Os clientes não compram produtos com previsão constante, o que irá ser problemático se estes aumentarem muito a procura, pois será complicado por parte da empresa responder dentro do prazo;
- Existe um alto risco de os produtos se tornarem obsoletos. Se o cliente diminuir a procura os produtos existentes em *stock* e os que irão ser produzidos nos grandes lotes de produção irão estar sob um risco de não os conseguirem vender;
- Inexistência de um equilíbrio no uso dos recursos. Por exemplo, se à segunda-feira a produção precisar de cinco operadores e à terça-feira de três, então existirá um desequilíbrio nos recursos;
- Uma vez que a fábrica produz elevadas quantidades de cada produto os processos a montante irão ter também procuras muito elevadas. Como a procura do cliente está sempre a mudar isto irá causar variações nesses processos a montante, como é o caso do fornecedor que tem que estar preparado para flutuações da procura.

Ao contrário desta filosofia tradicional de planeamento de produção apresenta-se o nivelamento de produção através do sequenciamento alternado de produtos, produzindo num padrão de curta duração. *Heijunka* baseia-se no volume total de encomendas dos diferentes produtos, e, assim, programam a produção em curtos espaços de tempo, igual e alternada para todos os dias (Pinto, 2014). Sendo que, o principal objetivo do *heijunka* é evitar grandes variações no planeamento da produção (Hüttmeir, de Treville, van Ackere, Monnier, & Prenninger, 2009).

Liker (2004) afirma ainda que o facto de se aumentar os lotes de produção devido ao *setup* ser muito elevado não resolve nada, apenas esconde o problema. Neste seguimento, é importante reduzir o *setup*, através de um projeto SMED. Posteriormente já será possível fazer um *mix* de produtos para que seja possível responder à procura do cliente.

Com a aplicação do nivelamento da produção e *mix* de produtos irá sentir-se um conjunto de benefícios face ao planeamento tradicional da produção, como:

- Flexibilidade para produzir o que o cliente quer, quanto e quando quer;

- Redução do risco dos produtos se tornarem obsoletos uma vez que se produz em pequenos lotes e, caso exista, uma diminuição da procura a quantidade de *stock* será menor;
- Balanceamento dos recursos utilizados, uma vez que se se produzir diferentes produtos por dia, todos os dias, o número de trabalhadores necessários será o mesmo;
- Diminuição das flutuações de procura nos processos a montante, uma vez que existirá uma atualização regular da procura dos produtos a montante. Por exemplo, se o fornecedor entregar várias vezes MP em quantidades mais pequenas, a flexibilidade deste também será maior.

Face às condições apresentadas entre a filosofia de planeamento tradicional e o nivelamento da produção e *mix* de produtos vemos que existe um aumento significativo na flexibilidade do sistema de produção se seguirmos o conceito *Heijunka*. Uma vez que o mercado tem cada vez mais concorrência é importante que as empresas tenham flexibilidade para responder aos pedidos dos clientes no tempo pedido, de forma a conquistá-los (Liker, 2004).

### **Heijunka box**

A *heijunka box* é uma ferramenta de planeamento de produção visual. É um quadro com muitas caixas com espaços para colocar cartões *kanban* ou ordens de produção, como se pode ver na Figura 8 baseada no autor Christopher Roser (2014). As colunas correspondem ao tempo, e as linhas aos diversos produtos. Os cartões devem ser colocados neste quadro para indicar a sequência de produção planeada e serão removidos à medida que são produzidos.

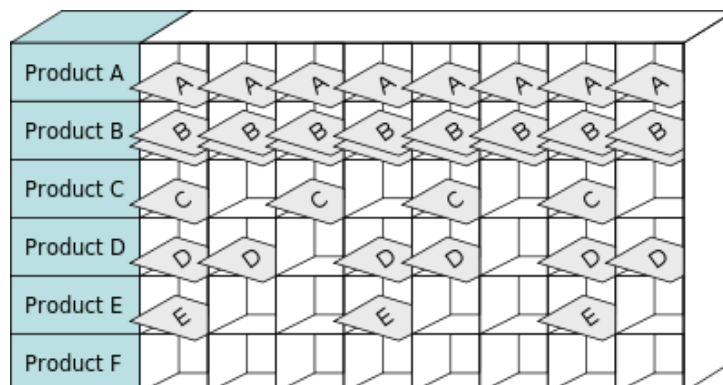


Figura 8- Heijunka box (Roser, 2014)

Com a utilização desta metodologia é possível ter uma visão geral do estado atual/futuro da produção e um fluxo de produção mais consistente e uniforme (Bassuk & Washington, 2014).

### 2.2.2 TEORIA DAS RESTRIÇÕES

A teoria das restrições, em inglês *Theory of Constraints* (TOC), tornou-se uma abordagem importante e muito utilizada uma vez que centra a sua gestão no recurso gargalo. Esta teoria vê os processos produtivos como um todo, em vez de considerar como processos independentes uns dos outros (Şimşit, Günay, & Vayvay, 2014).

A TOC é uma filosofia que foi desenvolvida pelo Dr Eliyahu Moshe Goldratt. De acordo com o seu mentor, a força que qualquer cadeia, processo ou sistema depende diretamente do elo mais fraco. Esta filosofia gere o seu planeamento pelas restrições de cada sistema, identifica-as e posteriormente trabalha sobre elas para melhorar a capacidade do sistema (Helms, 2009).

Assim, o recurso gargalo dita o ritmo da produção. Se os processos produtivos forem a um ritmo inferior ao gargalo o sistema está subutilizado, se for acima, haverá produtos que vão ser produzidos mas que não vão ser usados (Slack et al., 2014).

Segundo Slack, Brandon- Jones e Johnston (2014), a TOC tem uma ferramenta desenvolvida para ajudar os sistemas a combater as suas restrições. Esta ferramenta tem cinco etapas e tem como objetivo de garantir que as ações estão encaminhadas para a melhoria do sistema, são elas:

1. Identificar as restrições do sistema;
2. Decidir como combater as restrições do sistema, tentar obter a maior capacidade possível da restrição;
3. Submeter todos os processos ao passo anterior, para que estes fiquem ajustados à nova capacidade do sistema. Normalmente as mudanças realizadas neste passo são pequenas, por exemplo: eliminação de uma atividade que não acrescentem valor;
4. Eliminar a restrição. Este passo só é feito se o passo 2 e 3 não funcionarem. Assim, deve-se partir para mudanças mais radicais;
5. Voltar ao passo 1.

O *Optimized Production Technology* (OPT) é uma abordagem que assenta nos princípios da teoria das restrições. O OPT é um *software* que ajuda a programar a produção ao ritmo do recurso gargalo. Existem nove princípios OPT que demonstram o foco no recurso gargalo (Gibson, Greenhalgh, & Kerr, 1995; Slack et al., 2014):

1. Equilibrar o fluxo e não a capacidade dos recursos. É mais importante reduzir o leadtime do processo do que equilibrar a capacidade dos recursos.
2. O nível de utilização de um recurso não gargalo/ capacitário é determinado por outra restrição, e não pela sua capacidade.
3. A utilização de um recurso e a ativação de um recurso não é a mesma coisa. A TOC diz que um recurso só está a ser utilizado se estiver a contribuir para o processo produtivo. Um processo pode ser ativado, ou seja, estar a trabalhar e não estar a acrescentar valor.
4. Uma hora perdida num recurso gargalo é uma hora perdida em todo o sistema, uma vez que o gargalo limita o fluxo de produção como um todo.
5. Uma melhoria no tempo num recurso não gargalo não altera em nada o tempo total do sistema, uma vez que este sistema é capacitário de qualquer forma. Portanto não é uma prioridade trabalhar estes processos.
6. Os recursos gargalo definem a produtividade de todo o sistema e o seu inventário.
7. O lote de transferência não necessita de ser igual ao lote de produção. O fluxo de material funciona melhor se os lotes de grande dimensão forem divididos em lotes mais pequenos para movimentar entre processos.
8. O lote de produção deve ser variável e não fixo, devendo ser diferentes para produtos diferentes.
9. O planeamento e sequenciamento do fluxo apenas deve ser definido após uma análise dos constrangimentos e dos fatores ao mesmo tempo.

Por fim, como se comprova pelas etapas do TOC e do ciclo do OPT esta filosofia gera a produção com base na capacidade dos processos gargalo, tentando sempre aumentar a capacidade destes processos. Relativamente aos processos capacitários, não devem ser utilizados na sua máxima capacidade para não criar desperdício no sistema. Portanto, não é aconselhável focar as atenções nos processos com muita capacidade uma vez que o tempo a mais conseguido nestes processos não significa nada no sistema produtivo global.

### 2.3 LOTE ECONÓMICO DE PRODUÇÃO (LEP)

O Lote Económico de Produção tem como objetivo determinar para o menor custo total o tamanho lote de produção (Bolton, 1994).

Segundo o método de cálculo do LEP, deve ter-se em consideração dois fatores: os custos fixos e os custos variáveis. Sendo que os custos fixos são essencialmente os custos de *setup* e os custos variáveis são os custos de armazenamento do material.

Apenas valorizando os custos de *setup*, o lote de produção seria elevado, uma vez que se iria minimizar a frequência com que se acarreta com estes custos fixos. No entanto, esta situação seria prejudicial no sentido em que iam existir muitos custos de armazenamento. Portanto, é importante encontrar um equilíbrio entre estas duas condições (Bolton, 1994; Gibson et al., 1995).

Na Figura 9 encontra-se a relação entre os custos de *setup* e os custos de retenção de *stock*, onde a interceção dos dois se interpreta como o tamanho do LEP. Neste ponto, os custos de *setup* e de retenção de *stock* encontram-se em equilíbrio.

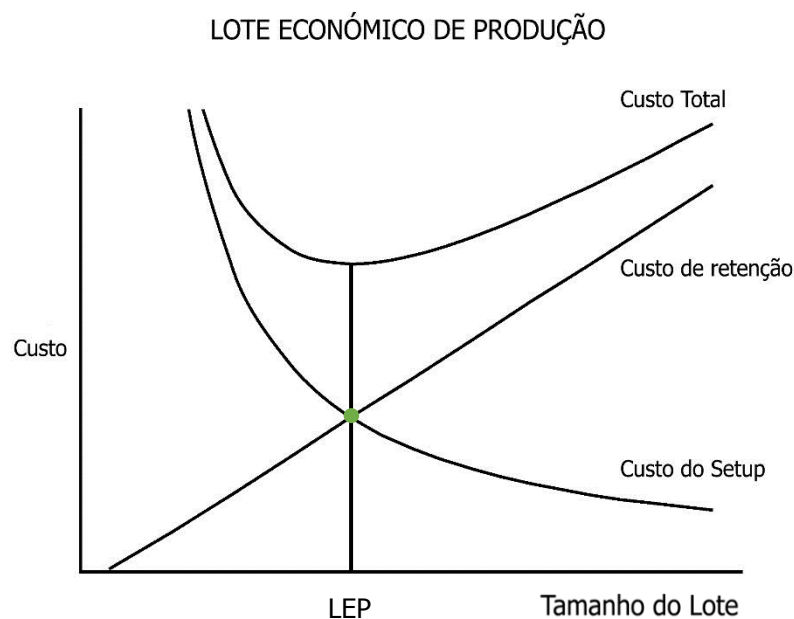


Figura 9- Lote Económico de Produção (Adaptado de (Reinertsen, 2009))

A interceção da curva do custo de *setup* e da reta do custo de retenção de *stock* pode ser feita pela fórmula geral do LEP. Os autores Buffa e Sarin (1987), Green et al. (1997) e Bolton (1994) defendem que a seguinte formula é a formula geral e base para aplicação deste conceito.

$$LEP = \sqrt{\frac{2 \times C_{setup} \times R}{Ch}} \quad (1)$$

Os parâmetros desta fórmula correspondem ao seguinte:

- $C_{setup}$ : custo de preparação da máquina
- $Ch$ : custo unitário de retenção de existências (u.m./ano)
- $R$ : procura anual

No entanto, a fórmula anterior considera a situação em que os lotes são produzidos e são enviados juntos e ao mesmo tempo para o armazém para serem consumidos posteriormente. Mas, é importante também considerar que o material à medida que vai sendo produzido vai sendo enviado para o armazém continuamente, em lotes de transferência. Portanto, à medida que o material está a ser produzido e enviado para o armazém está também a ser consumido por outro processo, por exemplo a montagem de componentes (Bolton, 1994; Greene & American Production and Inventory Control Society. Handbook Editorial Board., 1997).

Desta situação nasce uma correção à fórmula base anterior, que se apresenta de seguida. O parâmetro extra considerado é a produtividade anual ( $P$ ).

$$LEP = \sqrt{\frac{2 \times C_{setup} \times R}{Ch \times \sqrt{1 - R \div P}}} \quad (2)$$

Desta forma, é possível calcular-se o LEP ideal para se ter um fluxo de produção correto e em conformidade com as características do ambiente fabril.



### 3 ANÁLISE DA SITUAÇÃO INICIAL

A análise da situação inicial foi um processo crucial para o desenvolver deste projeto, uma vez que foi nesta fase que houve um primeiro contacto com os operadores e com todo o processo produtivo. Durante este período existiu um ciclo de aprendizagem e de levantamento de questões acerca das tarefas dos operadores e de como todo o processo funcionava. Portanto, neste capítulo encontra-se um enquadramento do projeto, em que se descrevem os principais produtos e processos da empresa, e a análise da situação inicial propriamente dita através da utilização de duas ferramentas diferentes.

#### 3.1 ENQUADRAMENTO DO PROJETO

O presente subcapítulo foi criado com o objetivo de dar a conhecer ao leitor o principal produto e processos produtivos desta empresa. É importante a compreensão destes conceitos para perceber as decisões e metodologias escolhidas para aplicar neste projeto.

##### 3.1.1 EMBALAGENS DE CARTÃO CANELADO

A área de negócio mais desenvolvida na DS Smith Tecnicarton Portugal é o desenvolvimento de embalagens de cartão canelado por medida. Estas embalagens podem ser de dois tipos diferentes: embalagens em formato de caixa apenas, ou *kits*.

Relativamente às embalagens/caixas são expedidas por montar, são caixas customizadas, impressas e coladas ou agrafadas para o cliente.

Por outro lado, os *kits* são o produto que representa uma maior carga de trabalho na produção, uma vez que cada *kit* tem pelo menos três componentes. Este produto é o principal motivo de diferenciação da empresa no mercado, e também pelo serviço local e personalizado que a empresa oferece ao cliente. Existem muitos tipos de *kits*, para diferentes tipos de materiais, mas ambos com a mesma função: aproveitar ao máximo o tamanho do contentor e do transporte, para embalar o máximo de peças em perfeitas condições até ao destinatário. Na Figura 10 apresenta-se um exemplo de um *kit* aberto e fechado.



Figura 10- Exemplo de kit

Os tipos de *kits* mais produzidos nesta unidade fabril são caracterizados por:

- *Kit Tecnibox*- constituído por uma paleta de madeira, um corpo exterior, uma tampa e um corpo interior de cartão;
- *Kit Tecnikit*- constituído por uma paleta de madeira, uma tampa, um fundo e um corpo de cartão;
- *Kit CKD*- constituído por uma paleta de madeira, um corpo exterior, uma tampa e um corpo interior de cartão.

Existem alguns *kits* genéricos que são vendidos a mais do que um cliente, no entanto a grande maioria são desenhados à medida para responder às necessidades específicas de cada cliente.

Independentemente do tipo de *kit*, genérico ou não, são entregues ao cliente montados. Para além disso, qualquer *kit* dentro pode ainda conter elementos de acondicionamento de embalagens.

A montagem de *kits* é um processo muito complexo uma vez que cada *kit* tem instruções de montagem diferentes e para que se proceda à montagem é necessário que todos os componentes do mesmo estejam produzidos.

### 3.1.2 ANÁLISE DOS PROCESSOS DA EMPRESA

No sentido de conhecer os processos logísticos e produtivos nesta empresa foi analisado e dado a conhecer como é que o sistema funciona.

Relativamente a este projeto, o primeiro tópico serviu como contextualização e introdução à cadeia de abastecimento e o segundo descreve cada um dos processos produtivos, sendo este uma parte muito importante para o conhecimento do chão de fábrica.

#### 3.1.2.1 COMO É PROCESSADO UM NOVO PRODUTO

Todos os produtos projetados por esta unidade fabril passam por um processo bastante personalizado e local.

Assim que é sinalizada uma necessidade de um cliente existe um constante contacto entre o cliente e os comerciais da empresa. Os comerciais têm formação e experiência para desencadear a criação, o desenho e a prototipagem dos produtos. A criação da embalagem engloba a escolha do tipo de cartão (resistência), do número de componentes que a embalagem vai ter (no caso de um *kit*, que tipo de *kit* é), se tem impressão ou não (definido pelo cliente), dimensões, etc. Pode ainda definir-se outros materiais para além do cartão, para fortalecer a embalagem.

O desenho em 2D e 3D e o protótipo da embalagem são desenvolvidos por um técnico, com o acompanhamento dos comerciais.

O protótipo é desenvolvido através de um desenho CAD e CAM que posteriormente é produzido numa máquina *plotter*.

Aquando do protótipo pronto é apresentado e testado junto do cliente. Esta proposta pode sofrer alterações com o objetivo de se adaptar melhor ao produto pretendido.

Após finalizado o processo de criação da embalagem é desenvolvida uma ficha de produção e de montagem. Para além disso, são ainda definidos os processos pelos quais cada componente passa até ser transformado numa embalagem, sendo que a definição destes processos é com base nas especificações e dimensões de cada componente.

Quando a encomenda do cliente for recebida pela logística é desencadeada a produção.

#### 3.1.2.2 O PROCESSO PRODUTIVO

Em primeiro lugar, este processo só acontece depois do processo anterior, criação de protótipo e sua aprovação, criação de uma ficha de produção e de montagem estarem completas.

Uma vez recebida uma encomenda, o responsável pela logística externa, encomenda o respetivo cartão canelado ao fornecedor.

Após a receção do material no armazém é possível iniciar a produção da encomenda. Quando o responsável pela produção planear o início da sua produção, a produção segue o seguinte percurso:

##### **1ª Fase: Cortes e Vincos**

Esta fase depende essencialmente do componente que se pretende produzir. Todos os tipos de componentes passam por este tipo de processo, no entanto podem ser

produzidos em máquinas diferentes, dependendo da sua dimensão, se vão ter impressão ou não, entre outros fatores. A fábrica tem seis máquinas capazes de transformar uma placa, cortando, vincando e vazando. Estas máquinas são: “Rapidex Box Print” (RBP), “Vincador”, “Vazador”, “Troqueladora Onix” e duas “Troqueladoras Livro”.

A **RBP** é o gargalo da produção, uma vez que é o recurso que tem mais carga de trabalho e cujo tempo de *setup* e de processamento é o mais elevado. Esta máquina processa placas de grandes dimensões de qualquer tipo de cartão. A RBP tem duas componentes, a Rapidex Box (RB) processa as placas fazendo-lhe cortes e vincos e a Rapidex Print (RP) é a componente impressora que imprime em cartão. Estas duas componentes podem funcionar em conjunto ou em separado. Todos os componentes que precisam de ser impressos passam obrigatoriamente nesta máquina, sendo que alguns destes são de pequenas dimensões portanto apenas passam pela RP, e de seguida seguem o seu processo produtivo. Nesta máquina, de uma forma geral, são processados os corpos (no caso de *kits*) e as caixas, que após o corte, os vincos e a impressão precisam de ser fechados.

O **Vincador** vinca as placas de cartão de pequena dimensão. Os principais componentes produzidos nesta máquina são as tampas e os fundos dos *kits*. Por norma, grande parte dos componentes que são vincados no vincador seguem o seu percurso para o vazador.

O **Vazador** é a máquina que faz os cortes de pequenas dimensões a placas de pequena dimensão, normalmente tampas e fundos.

A **Troqueladora Onix** é uma máquina que faz o corte de placas de cartão que utiliza um cortante, que é uma espécie de um molde que possui lâminas que formam o desenho que se pretende obter da placa, por ação da pressão corta as placas. Nesta troqueladora são processados alguns corpos (*kits*) e algumas placas que funcionam como acondicionamento de embalagens. Esta máquina tem um *setup* baixo e um tempo de processamento baixo também.

As **Troqueladoras Livro** funcionam também com um cortante, e o seu movimento é parecido com uma prensa, em que é feita pressão entre o cortante e a placa. Nesta máquina as placas são de baixa dimensão e são processados essencialmente as divisórias que são posteriormente montadas manualmente.

## **2ª fase: Fecho/União das caixas e dos corpos**

Apenas passam por esta fase os corpos que vão para os *kits* e as caixas. Existem duas opções de união: cola ou agrafos, sendo que existem duas máquinas capazes de fazer estes processos: a Bahmuller e a Melton.

A **Bahmuller** é uma máquina agrafadora que agrafa corpos e caixas de grandes dimensões e de qualquer tipo de cartão. Esta máquina tem um *setup* considerável e o seu tempo de ciclo é mediano. Pretende-se que a RBP e a Bahmuller funcionem, em certa parte, como uma linha, uma vez que grande parte dos componentes que passam pela RBP seguem para a Bahmuller.

A **Melton** é uma máquina de cola, em que a sua principal máquina precedente é a Onix. Os principais produtos que são colados nesta máquina são os corpos que passam pela Onix e as caixas/embalagens que após serem colados estão prontos para ser expedidos.

### **3ª fase: Montagem de *kits* e de divisórias**

Esta é a fase que dá forma à grande parte dos produtos que são expedidos: os *kits* e as divisórias. Os processos de montagem são processos manuais. Relativamente às divisórias o processo é simples, existem três mesas de montagem, em que cada duas pessoas trabalham para a mesma divisória numa mesa. Relativamente aos *kits*, existem duas a três linhas de *kits* a funcionar em simultâneo, em que cada linha trabalha com dois operadores para um determinado *kit*. É importante referir que só é iniciada a montagem, tanto das divisórias como dos *kits*, quando todos os componentes estão produzidos e prontos para ser montados. Estes processos de montagem são os processos com um tempo de ciclo mais elevado, uma vez que são tarefas completamente manuais, mais complexas e demoradas.

## **3.2 UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA VSM**

Numa fase inicial de adaptação e conhecimento de como funcionam os processos produtivos, a cadeia de abastecimento da fábrica, foi realizado um VSM.

O VSM é uma ferramenta *lean* que permite ao utilizador mapear toda a cadeia de abastecimento, permitindo analisar e tirar conclusões acerca de processos ou atividades que não estejam a ter um bom desempenho.

Para se conseguir construir o VSM foi necessário fazer-se um acompanhamento aos postos de trabalho, fazer entrevistas, observar, tirar tempos, e analisar que atividades acrescentam ou não valor ao produto.

O produto escolhido para fazer este VSM foi o *kit A*, que é um *kit* que é produzido frequentemente. O *kit* requer uma montagem e para a sua montagem é necessário produzirem-se dois componentes: o corpo exterior e a tampa. Uma vez que o corpo exterior é o componente que requer mais tempo de produção foi esse componente que se usou para representar os processos produtivos antes da montagem.

Foram feitas essencialmente quatro análises diferentes para desenhar o VSM:

- Recolha de tempos aos processos produtivos: produção do corpo exterior e a posterior montagem;
- Recolha de informações junto do departamento de logística externa para conhecer os processos de encomendas, envio e receção de material, assim como o transporte;
- Recolha dos *stocks* existentes de todos os componentes (MP e PEC) e dos *kits* como produto acabado (PA);
- Análise detalhada das atividades do operador logístico que faz carga e descarga de camiões, abastece a produção e gere o armazém de MP. O objetivo desta análise foi quantificar o valor que as atividades acrescentam ao produto e ao serviço que se presta aos clientes. Esta análise será detalhada no subcapítulo 3.3., aquando da descrição das situações mais problemáticas e que precisam de intervenção.

Após toda esta fase desenhou-se o VSM, tendo sempre em consideração os fluxos de informação e de material nesta cadeia de abastecimento.

O VSM apresenta-se na Figura 11 com os alertas associados, daquelas situações que se consideraram críticas e que necessitaram de intervenção.

## VSM- SITUAÇÃO INICIAL (AS IS)

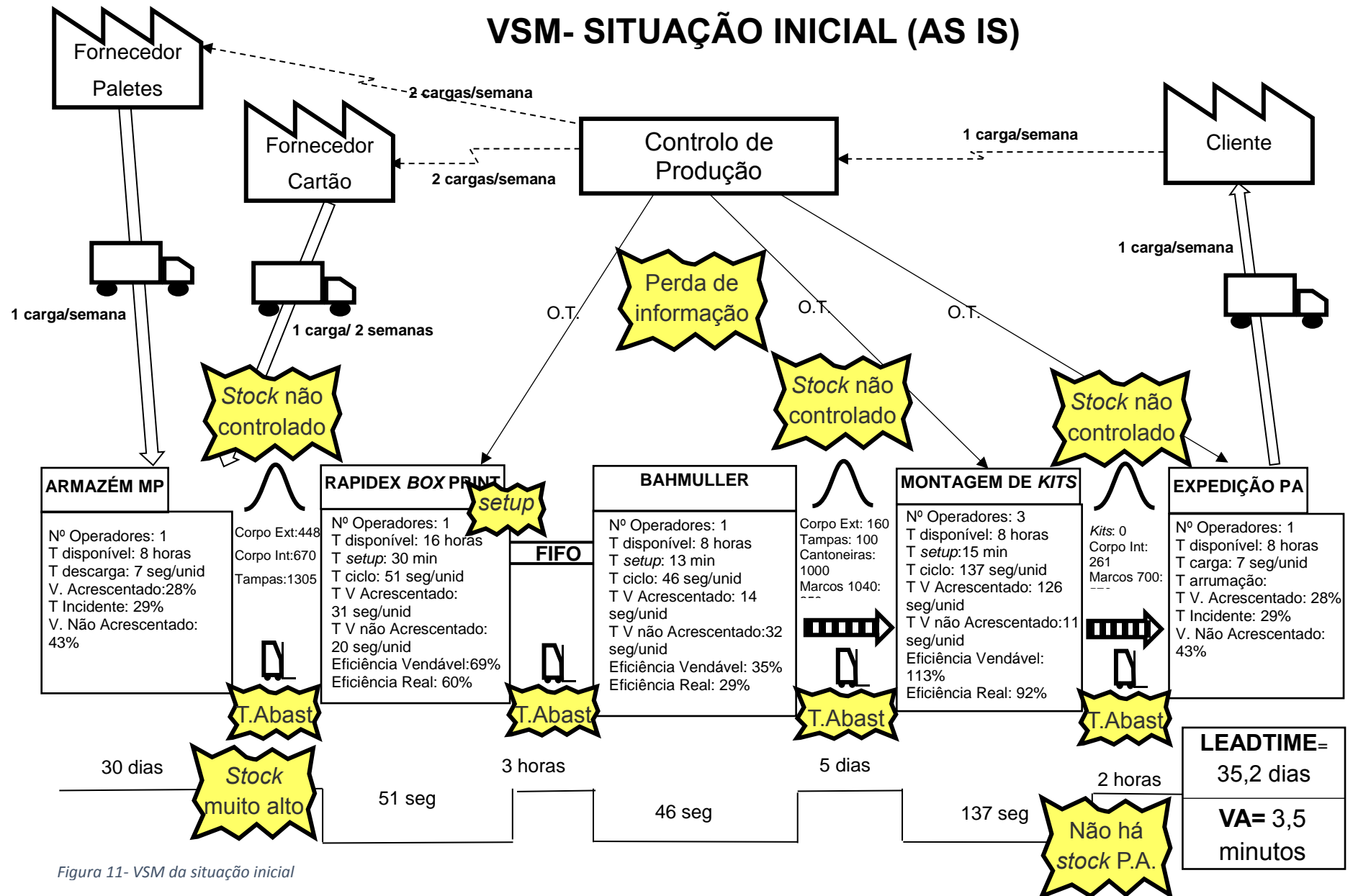


Figura 11- VSM da situação inicial

### 3.2.1 ANÁLISE DO VSM

Ao longo da construção do VSM foram detetadas algumas situações críticas que que claramente precisam de ser equacionadas e trabalhadas. Depois, com a análise dos dados recolhidos algumas dessas situações foram confirmadas e classificadas como mais importantes.

Como é possível ver na Figura 11, as situações mais problemáticas estão assinaladas com uns balões amarelos. A partir desta análise pretende-se identificar os problemas e a sua raiz, assim como projetar ações de melhoria para combater estas situações.

É importante realçar que como as principais áreas de atuação, neste estágio, são a produção e a logística interna, foram estas as áreas que tiveram uma análise mais profunda.

Em primeiro lugar, os níveis de *stock* no armazém era um fator que revelava uma falta de controlo e desorganização, tanto o *stock* de MP como o de PEC e PA eram extremamente difíceis de medir. Numa fase inicial não existia uma regra ou um nível de *stock* estabelecido a manter, o que provocada uma constante dúvida sobre a quantidade de produtos/componentes que existia disponível. Para além da inexistência de níveis de *stock* a manter, a previsão das necessidades dos clientes por vezes é difícil de medir, sendo que aconteciam com alguma frequência pedidos extra. Uma vez que não existia um controlo rigoroso do *stock* existente, essencialmente do PEC e do PA, frequentemente não existir *stock* para atenuar as variações da procura.

A constante perda de informação que existe em todos os processos produtivos é fator que afeta a produtividade da fábrica. Esta situação causa erros, defeitos, excesso ou défice de *stock* e que no global provoca um difícil cumprimento de todos os prazos de entrega das encomendas. Esta perda de informação é provocada pela desorganização e pela inexistência de um sistema de controlo da produção a seguir. Estes acontecimentos tornam difícil a gestão dos recursos e dos processos produtivos, afetando a capacidade de produção e de resposta da fábrica.

Para além disso, um dos casos mais visíveis corresponde ao elevado tempo de abastecimento a todos os processos produtivos, obrigando por vezes a produção a parar, em alguns casos cerca de vinte minutos, o que nas máquinas mais críticas, ao fim de algum tempo, se revela muito significativo. Relativamente ao elevado tempo de abastecimento aos processos produtivos, apenas com a análise do VSM não foi possível identificar qual a raiz do problema. Portanto, neste sentido foi feita uma análise mais específica às atividades do operador logístico com o objetivo de se perceber o que provocava a demora no abastecimento da produção.



Por último, identificou-se uma necessidade de reduzir o *setup* da máquina RBP, no entanto neste projeto não se realizará nenhuma ação diretamente relacionada com este problema.

### 3.3 ANÁLISE DAS TAREFAS DO OPERADOR LOGÍSTICO

Como já foi referido, este estudo foi realizado no sentido de perceber a fonte do demorado abastecimento da produção. Portanto, foi feito um estudo aprofundado às movimentações do operador logístico que está encarregado deste abastecimento. Este operador logístico para além de abastecer os dois processos mais críticos (RBP-BAH) representados no VSM, também é responsável por descarregar e carregar camiões.

Nesta análise foi feita uma contagem de tempos muito rigorosa de todas as suas movimentações e ações durante cerca de duas horas. Posteriormente foi feita uma correspondência entre as atividades do operador logístico e o valor que estas acrescentam ou não ao processo. Com estes dados foram realizados dois gráficos, em que o primeiro reflete uma análise percentual geral dos dados recolhidos:

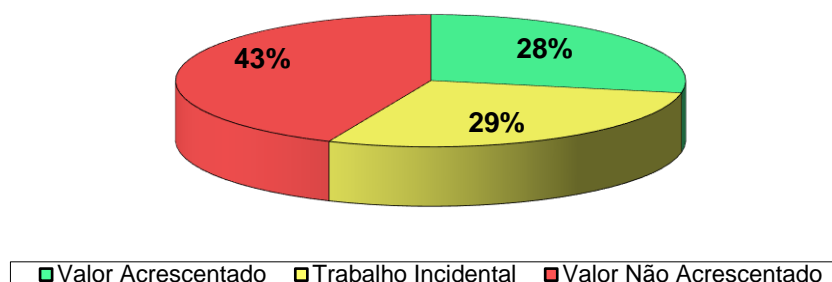


Figura 12- Gráfico de % VA, TI, VNA

No primeiro gráfico podemos visualizar a percentagem de VA, VNA e TI que no total foram quantificadas após a análise dos dados recolhidos. No sentido de perceber melhor quais as atividades requerem mais tempo por parte o operador criou-se um segundo gráfico:

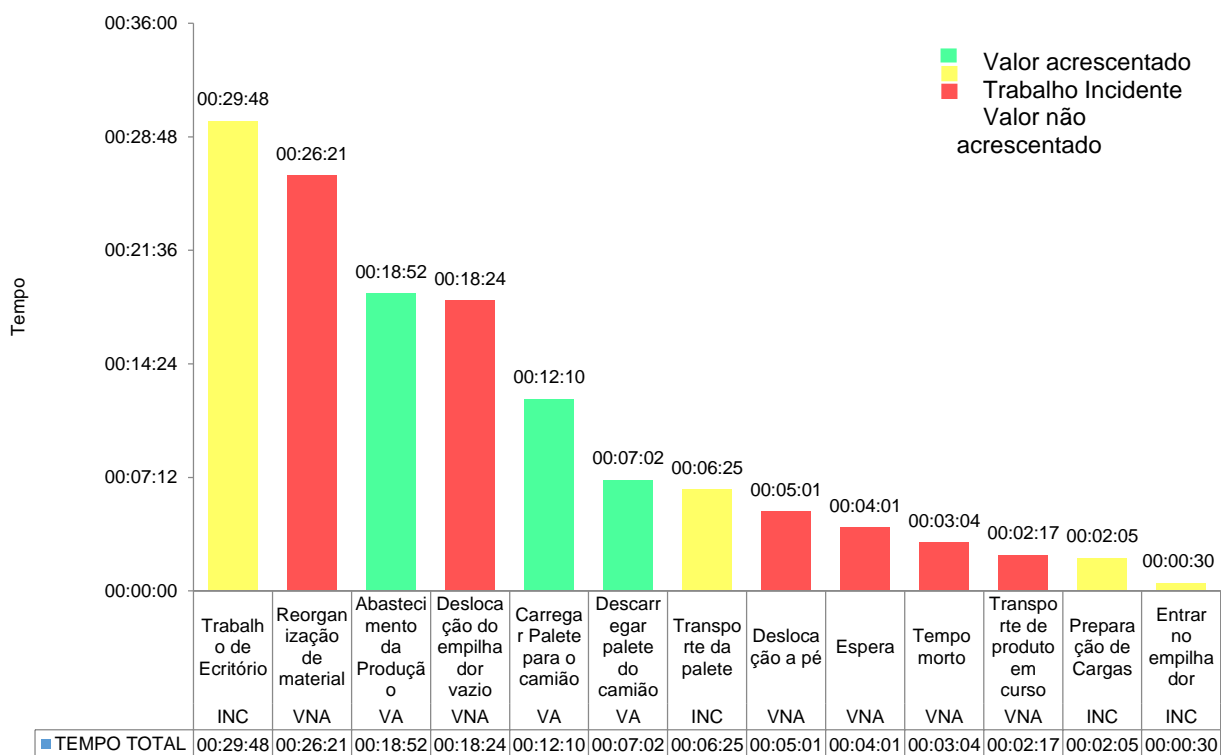


Figura 13- Distribuição de Atividades do Operador Logístico

Com a observação deste último gráfico conclui-se que existem duas grandes fontes de desperdício: a reorganização do material e deslocação com o empilhador vazio.

Designa-se por reorganização do material todas as movimentações desnecessárias de material que o operador logístico tinha que fazer para aceder ao material que estava inacessível, devido essencialmente à desorganização do armazém que não permitia que se tivesse visibilidade sobre todos os materiais. O armazém tem prateleiras para colocar material, no entanto não existia um *layout* definido, e, muitas vezes, as prateleiras estavam vazias com material colocado à frente no chão o que tornava as prateleiras de difícil acesso.

Consequentemente, o segundo maior desperdício, deslocação do empilhador vazio, era essencialmente causado pela necessidade de reorganizar o material.

Conclui-se então que estes dois grandes desperdícios, que representam mais de 30% das atividades do operador logístico, se devem à inexistência de organização e de um *layout* definido. Esta desorganização gerava uma difícil gestão e controlo do material armazenado, movimentações desnecessárias, acumulação de material, material inacessível, elevado tempo de abastecimento das máquinas (uma vez que era difícil encontrar o material requisitado), entre outros. Como se pode ver na Figura 14, o material que está nas prateleiras é aleatório, não há localizações fixas, para além disso

as estantes estão cheias com produtos que não devem obrigando a que se coloque material no chão, que no fundo é o material que está em constante rotação. Tudo isto se tornava mais problemático, pois o armazém interno é pequeno para a enorme variedade de produtos que a empresa oferece aos clientes.



*Figura 14- Armazém no estado inicial*



*Figura 15- Zona das Paletes no Estado Inicial*

Para além disto, existe um armazém externo paralelo a este, localizado próximo da fábrica. Neste armazém é armazenada grande parte da MP. Apesar de este armazém dar mais liberdade para armazenar componentes, existem alguns entraves. A difícil gestão da quantidade de MP entre os dois armazéns, movimentações de material entre os dois armazéns, o pedido do material necessário trazer do armazém externo para o interno é feito de forma tradicional e espontânea, “de boca”. Todos estes acontecimentos causavam muitas perdas de informação, o que tornava ainda mais difícil a gestão de todo o material, paragem de máquinas, momentos mortos, ou seja,

desperdício. Como não estava estabelecido quais os materiais é que deviam estar no armazém interno, acontecia com muita frequência não existir neste armazém a MP necessária para se determinado produto produzir. Esta situação levava a grandes desperdícios uma vez que a produção ficava parada à espera que a MP chegasse do armazém interno, o que significava muitas vezes uma perda de 40 minutos de produção.

### 3.4 NECESSIDADES IDENTIFICADAS

Após análise do VSM e da análise complementar às atividades do operador logístico foi possível estabelecer um conjunto de necessidades que esta fábrica carece para melhorar cada vez mais o seu desempenho junto do fornecedores e clientes.

Relativamente à última análise, atividades do operador logístico, concluímos que as duas tarefas que não acrescentam valor que representam uma maior percentagem são: a reorganização do material no armazém interno e deslocação do empilhador vazio, que resultam essencialmente da falta de organização que existe no armazém.

Portanto, era seguro afirmar que uma das necessidades desta fábrica era a organização do armazém interno. Esta organização foi projetada com o objetivo de diminuir as atividades do operador logístico que não acrescentavam valor. Destacou-se ainda outra necessidade, um sistema que fosse capaz de diminuir as perdas de informação entre o armazém interno e externo. Para além disso, como existia pouca organização a preparação de cargas era inexistente o que resultava uma carga menos eficiente do camião, logo era necessário fazer-se algo em relação a esta situação.

Pela análise do VSM, a falta de controlo do *stock* existente e a perda de informação remetem para o mesmo problema, inexistência de um sistema de controlo de produção que seja capaz de gerir a produção dos produtos, dos componentes e da sua montagem, em função da procura dos clientes. Este sistema deve também estabelecer níveis de *stock* que a empresa pretenda manter para conseguir atenuar variações da procura ou algum problema pontual, como avarias, defeitos, entre outros.

É visível a diferença entre estas duas grandes necessidades. Foi importante estabelecer prioridades para que se pudesse organizar o projeto e perceber quais as melhores alturas para se começar a implementar cada um deles.

Uma vez que a introdução de um novo sistema de produção iria interagir bastante com o armazém devido aos operadores logísticos e devido aos *stocks*, não fazia sentido implementar o novo sistema de produção sem organizar e limpar primeiro o armazém.

Portanto, o projeto começou pela reorganização do armazém e depois pela implementação de um sistema de produção. Por este motivo a intervenção nestas duas áreas, apesar de interligadas, vão ser descritas separadamente.

## 4 REORGANIZAÇÃO DA LOGÍSTICA INTERNA

Como verificado anteriormente pelas análises efetuadas, o principal ponto crítico na logística interna era a falta de organização no armazém e com o objetivo de combater esta situação planeou-se a criação de uma gestão visual no armazém.

Existem dois armazéns distintos: o armazém interno que armazena material nos três estados do processo produtivo: MP, PEC, PA, e existe um armazém externo que, atualmente, apenas contém MP. Este segundo armazém trabalha em consonância com o armazém interno, abastecendo-o conforme as suas necessidades.

A principal fonte de desorganização no armazém era a zona da MP, em que a gestão do material era muito complicada entre os dois armazéns. Sendo que esta zona era a zona com maior variedade e quantidade de material.

Para além de se criar uma gestão visual do armazém interno e torná-lo num espaço comunicativo e com visibilidade, também era um objetivo transformar o armazém inicial (sem qualquer tipo de organização e regras) num armazém capaz de satisfazer instantaneamente as necessidades das máquinas. Isto é, que os componentes que têm um consumo frequente e elevado estejam sempre disponíveis no armazém interno, e os componentes menos frequentes apenas disponíveis aquando do seu planeamento. O objetivo era gerir da melhor forma o espaço reduzido do armazém com as necessidades dos processos produtivos, que por sua vez se regem pela procura dos clientes.

A gestão visual do armazém foi criada através de um conjunto de ferramentas em que a sua principal função foi tornar o armazém num lugar comunicativo e sem desperdícios de espaço. As metodologias utilizadas para desenvolver esta implementação foram: dimensionamento do armazém, análise das necessidades do cliente, criação de localizações fixas para os componentes *kanban*, identificação de estantes e sistema *kanban* de transporte de matéria-prima e zona de preparação de cargas.

Portanto, o primeiro passo foi dimensionar todo o armazém para que se tivesse uma noção da quantidade de material que se poderia armazenar. Foi necessário ser-se cauteloso para que se conseguisse armazenar todo o material pretendido, uma vez que o armazém tem dimensões reduzidas para a grande quantidade de fluxo e variedade de material que existe.

#### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS: KANBAN E MTO

Como já foi referido anteriormente, após a reorganização do armazém foi implementado um novo sistema de produção: sistema ConWIP. Este sistema irá também interferir com o armazém, através da circulação de *kanban*. Com o objetivo de se preparar o armazém para esta implementação, e uma vez, que se pretendia criar localizações fixas para os produtos com mais rotatividade, fez-se uma análise das necessidades e consumos dos clientes. Nesta análise apenas se incluíram os produtos que exigem montagem (*kits*), dado que são aqueles que representam uma maior carga de trabalho e uma maior complexidade de gestão.

Dado que as necessidades dos clientes são muito variadas, foi importante fazer uma distinção/classificação entre produtos: *kanban* e MTO (*Make To Order*). Os produtos identificados como *kanban* são todos aqueles que têm procura frequente e considerável por mês. Os produtos MTO são aquelas encomendas de material que não são tão frequentes. Sendo que os produtos *kanban* teriam uma localização fixa no armazém interno, e os MTO seriam armazenados no armazém externo e só aquando da produção dos mesmos é que estes seriam provisoriamente armazenados no armazém interno.

Tabela 2- Definição dos produtos *kanban* e MTO

PRODUTOS	PROCURA SEMANAL	TIPO
KIT A	440	KANBAN
KIT B	350	KANBAN
KIT G	300	KANBAN
KIT C	200	KANBAN
KIT E	100	KANBAN
KIT J	100	KANBAN
KIT D	100	KANBAN
KIT H	100	KANBAN
KIT K	85	MTO
KIT F	50	KANBAN
KIT I	50	KANBAN
KIT L	30	MTO
KIT M	15	MTO
KIT N	8	MTO
KIT O	6	MTO
KIT P	6	MTO
KIT Q	5	MTO
KIT R	5	MTO
KIT S	3	MTO

Na Tabela 2 apresenta-se a decisão dos produtos que são *kanban* e MTO. Os produtos *kanban* são todos aqueles em que a sua procura semanal é superior a 100

*kits*. O *kit* F e I foram selecionados também como *kanban* porque têm componentes em comum com os *kits* E e H respetivamente.

Esta classificação apesar de ser importante para definir as localizações fixas no armazém é principalmente crucial para o sistema de produção ConWIP, que evidentemente se seguiu pela mesma classificação.

#### 4.2 DEFINIÇÃO DO *LAYOUT* MP

Após o dimensionamento dos espaços destinados à MP, PEC e PA, começou-se por calcular o espaço necessário para cada referência apenas na MP, uma vez que o dimensionamento do espaço de PEC vai depender da implementação do sistema de produção, assim como o de Produto Acabado.

Este cálculo dependia de algumas condicionantes: o tamanho da paleta e da placa de cartão, da quantidade de placas por paleta que vinha do fornecedor (condicionava a altura da prateleira), da quantidade que se queria ter em *stock*, a quantidade máxima de paletes que se pode empilhar para que seja segura a movimentação das mesmas, entre outras.

Todas as condicionantes enumeradas anteriormente foram tidas em consideração para que se minimizasse ao máximo o espaço inutilizado. Depois deste cálculo e respetiva atribuição de espaços para cada componente, foram elaboradas identificações para colocar nas estantes.

Após a atribuição de todos os espaços aos respetivos componentes e de criadas e afixadas identificações das prateleiras para que a identificação do material seja intuitiva, dá-se por concluída a criação de um *layout* para a MP. Sendo que este *layout* tem localizações fixas identificadas para os produtos *kanban*, e tem localizações sem identificação para os componentes MTO que precisarem de ser armazenados durante um curto espaço de tempo (desde a chegada do armazém externo até que entrem em produção) possam ser armazenados.

TAMPAS H/I	TAMPAS E/F	TAMPAS B	FUNDOS B	TAMPAS A	CORPO INT A
FUNDOS H/I	FUNDOS E/F			TAMPAS D	FUNDOS D
COMPONENTES C		TAMPAS C			
COMPONENTES C		TAMPA S G	CORPO EXT G	CORPO EXT J	
				CORPO D	

Figura 16- Layout MP 1

CORPO E CORPO F CORPO B CORPO INTERIOR G CORPO H CORPO I	MTO	MTO
	CORPO EXTERIOR A CORPO INTERIOR J	MTO

Figura 17- Layout MP 2

Foi criado também um *layout* para os restantes materiais (PEC e PA). No entanto, as quantidades de material PEC e PA a armazenar vão depender do sistema de produção, portanto este processo vai se repetir durante a preparação da implementação do sistema ConWIP.

#### 4.2.1 IMPLEMENTAÇÃO

No sentido de implementar o novo *layout* foi necessário tirar tudo das estantes. Depois foi preciso perceber que materiais é que não eram *kanban* e que não deviam estar no armazém interno, sendo depois enviados para o armazém externo. Posteriormente com todas as prateleiras identificadas, colocaram-se as paletes dos respetivos materiais no local certo.





*Figura 18- Armazém durante a implementação do layout*



*Figura 19- Colocação da MP na localização correta*

Após esta ação verificou-se que o armazém ficou muito mais limpo, que existia imenso material que já não se produzia há muito tempo e que estava a ocupar espaço desnecessariamente, sendo enviados para a sucata. Para além disso, conclui-se que haviam materiais em rutura de *stock* e precisavam se ser encomendados. A partir deste dia os materiais *kanban* são sempre colocados nos respetivos sítios.

#### 4.3 SISTEMA KANBAN DE TRANSPORTE ENTRE ARMAZÉNS

A perda de informação durante uma tarefa é algo que, infelizmente, é frequente e prejudicial para o bom funcionamento de qualquer processo produtivo. Quando o fluxo de informação é feito essencialmente de boca-em-boca a probabilidade de se perder ou danificar informação é elevada.

O processo de transferência de material entre os dois armazéns era feito por um caminhão que durante o dia transporta material do armazém externo para o interno conforme as necessidades da produção. O pedido deste material é feito pelo mesmo operador logístico que carrega e descarrega caminhões, abastece as duas máquinas mais críticas do sistema produtivo e ainda, gere as quantidades de MP do armazém interno. Portanto, para além do pedido do material ser por boca (muito sensível a erros) o operador logístico ainda realiza mais tarefas. Isto refletia-se muitas vezes em perdas de informação, ou por esquecimento, ou por má interpretação, que resultava em MP que ou não chegava à fábrica quando requisitadas, ou errado ou quantidades diferentes.

A perda de informação é compreensível uma vez que não existe rigor no fluxo de informação. Para combater esta situação criou-se um sistema *kanban* para o transporte de material entre armazéns.

Foram criados cartões *kanban* para cada componente, baseados no *stock* estipulado para cada um deles. Cada cartão *kanban* de MP corresponde a uma paleta do respetivo material. Por exemplo: se o número de paletes estipulado para estar em *stock* de “tampas A” no armazém interno é de 200 placas, e cada paleta leva mais ao menos 100 placas, foram criados 2 cartões. Neste caso faz-se a contagem do material em paletes uma vez que é fácil de controlar no armazém.

Os cartões *kanban* foram criados de raiz, sendo que o formato e tamanho dos cartões não são os habituais, uma vez que não fazia sentido anexar um cartão pequeno e estreito em placas de dois a quatro metros. Neste sentido, criou-se um cartão num formato maior, A5, vertical com informação essencial para proporcionar um correto fluxo da informação.

As informações que se consideraram importantes pôr nos cartões *kanban* MP foram:

- Descrição do produto;
- Dimensões da placa, essencial para o operador logístico do armazém externo saber quais as placas que tem que trazer para o armazém interno;
- Tipo de cartão, também importante para identificar o material;
- Localização da placa, a colocar manualmente após a decisão do *layout* do armazém;
- Quantidade de paletes por *kanban*, apenas aplicável às paletes;
- Primeiro processo produtivo.

Abaixo estão apresentados dois exemplos de cartões *kanban* MP.

KANBAN MATÉRIA-PRIMA	KANBAN MP
TAMPAS 3P/4H	PALETES 3P
Dimensão: 100x100	
Tipo: 100	
Localização:	20 UNIDADES
RAPIDEX PRINT	

Figura 20- Exemplos de Kanban MP



Figura 21- Kanban MP em uso

Neste sentido, o objetivo é que cada palete de MP tenha um cartão associado.

Para além disto foram criadas duas caixas de apoio a este sistema *kanban*:

- A caixa azul contém os cartões dos materiais que abasteceram a produção num curto espaço de tempo e que têm que ser repostos. Estes cartões são colocados pelo operador que abastece a produção cujo destinatário é o operador que faz a movimentação do material entre armazéns. Este último recolhe os cartões que estão na caixa azul e dirige-se para o armazém externo para trazer o material que está em falta com os respetivos cartões colocados. Assim, não é necessário consultar o operador do armazém interno.
- A caixa vermelha é alimentada pelo operador do armazém externo que após consultar o armazém externo conclui que existe uma rutura de *stock*. Portanto, os cartões da caixa vermelha representam os materiais que não existem em nenhum dos armazéns.



Figura 22- Caixas de colocação dos kanbans

Estas caixas que servem de apoio ao sistema *kanban* de MP têm como objetivo eliminar a perda de informação que era gerada pelos constantes pedidos de material entre os operadores logísticos e o responsável de produção conforme o material ia faltando. Desta forma eliminaram-se os pedidos de material pela forma tradicional, provocando uma maior eficácia no transporte de material.

#### 4.3.1 CIRCUITO DO SISTEMA KANBAN DE MP

No sentido ser mais fácil a compreensão deste sistema apresenta-se abaixo um esquema de como será a circulação dos cartões *kanban* MP.

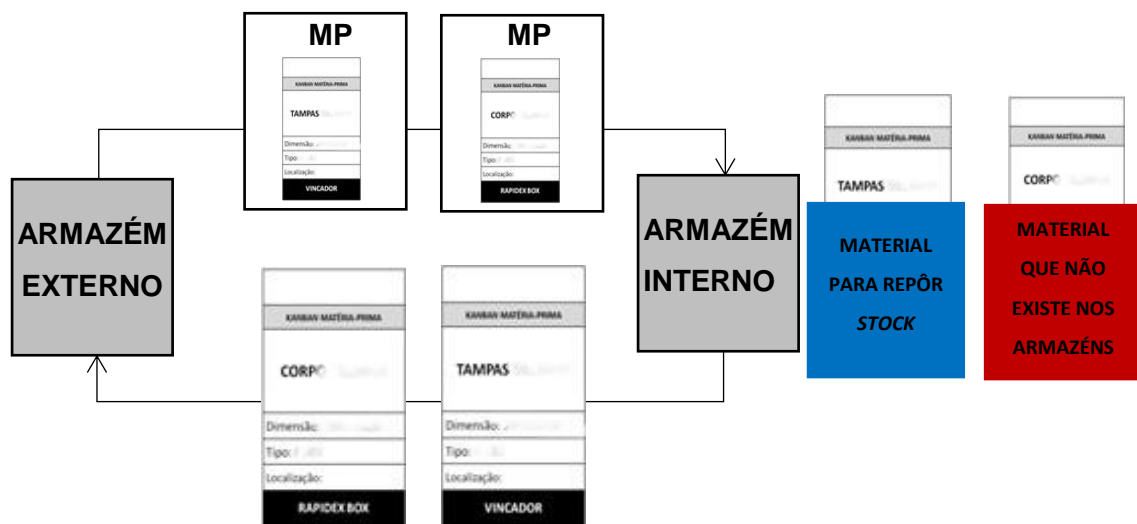


Figura 23- Circuito kanban MP

O material *kanban* tem localização definida no armazém interno, e quando este material for para a produção, necessita de ser repostado no armazém interno. Assim, quando o operador logístico deixar o material na produção traz o *kanban* e coloca-o na caixa azul. Assim o operador logístico do armazém externo quando chega ao armazém sabe que material é que tem que repôr. Quando o operador do armazém interno chegar ao armazém interno para o abastecer de MP, já traz o material com os cartões anexados.

A caixa vermelha como já foi referido, existe para colocar os cartões do material que necessita de ser encomendado, uma vez que já não existe em nenhum dos armazéns.

#### 4.4 ZONA DE PREPARAÇÃO DE CARGAS

A atividade de preparar as cargas não existia, por falta de tempo, por falta de espaço e também porque o material para expedir não estava pronto com muito tempo de antecedência. Isto resultava em cargas feitas rapidamente o que prejudicava o aproveitamento total do espaço do camião, a decisão em cima da hora do material que realmente cabia no camião, entre outras coisas.

Desta forma, para resolver este problema, já depois das ações anteriores estarem a funcionar e de o armazém já estar mais organizado e com mais espaço para armazenar material, criou-se um espaço para preparação de cargas.

Habitualmente os camiões que fazem os transportes diários até aos clientes têm 9 metros quadrados. Assim, desenharam-se as dimensões de dois camiões no chão, junto à zona de expedição.





Figura 24- Zona de Preparação de Cargas

Depois da implementação desta zona, os operadores logísticos passaram a ter espaço para fazer uma melhor preparação de cargas, aproveitando melhor o espaço disponível. Além disso, com esta preparação já é possível perceber qual o volume de cargas a ser carregado no caminhão, possibilitando uma melhor distribuição de cargas e emissão dos documentos de expedição previamente.

#### 4.5 FORMAÇÃO

Em primeiro lugar, a definição do *layout* foi desenhado sempre tendo em consideração a opinião e experiência do operador logístico responsável pela MP. Após a definição do *layout* foi desenvolvido o sistema *kanban*, que contou com uma formação inicial aos operadores logísticos dos armazéns interno e externo. Posteriormente existiu uma formação com os conceitos base das ações de melhoria para que os operadores se integrassem, tirassem dúvidas e dessem algumas sugestões. Esta formação contou com a formação de todos os trabalhadores, preparando-os para uma posterior implementação de *kanban*.

## 5 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO CONWIP

O sistema ConWIP é um sistema de produção que é puxado no final da linha de produção pela procura do cliente (*pull*). No entanto, ao contrário do *kanban*, irá despoletar a produção no primeiro processo produtivo e assim empurrado até ao final da linha, obedecendo à filosofia FIFO.

A implementação deste sistema nasceu da necessidade de implementar um sistema de produção pelo qual o Responsável de Produção se pudesse guiar e orientar. Para além disso, procurou-se escolher um sistema que retirasse a total dependência de uma pessoa e que fosse fácil de gerir.

### 5.1 CRIAÇÃO DO SISTEMA CONWIP ADAPTADO À REALIDADE DA DS SMITH TECNICARTON PORTUGAL

No sentido de desenvolver este projeto estudou-se o sistema ConWIP e como é que este sistema podia ser adaptado à realidade da DS Smith Tecnicarton Portugal. A criação de um sistema de produção que se adaptasse à realidade desta fábrica passou por algumas fases, sendo que para ser exequível foi necessário haver uma junção de algumas práticas que permitissem gerir e controlar o fluxo de informação e de material.

Devido à elevada variedade de produtos que a fábrica oferece aos seus clientes seria muito difícil implementar um sistema puro *kanban*, uma vez que os níveis de PEC iam ser muito elevados entre cada posto de trabalho, o que não coincide com os objetivos deste projeto.

Uma das realidades menos positivas da gestão da produção e da logística é a difícil previsão de encomendas dos clientes, sendo que se pode considerar frequente a alteração de encomendas num período muito próximo da sua expedição. Esta situação obriga a que exista *stock* para atenuar estas alterações.

Um dos principais objetivos era ter um grande controlo sobre o PEC e garantir que este seja constante, através do número de *kanbans* fixo que circula na produção.

O sistema ConWIP por si só não era capaz de gerir e planejar toda a produção do ponto de vista da gestão de recursos, *stocks* e da prestação de um bom serviço ao cliente.

Neste sentido, foram identificadas as principais lacunas deste sistema para esta realidade. Para cada uma destas falhas foi necessário escolher metodologias e ferramentas para as combater.

Criaram-se lotes de produção, uma vez que existem máquinas que têm *setups* significativos. Se se produzissem quantidades reduzidas nestas máquinas verificar-se-

iam percentagens elevadíssimas de ineficiência do ponto de vista operacional e económico.

Em segundo lugar, como dita o sistema ConWIP foram criados cartões *kanban* para auxiliarem toda a circulação do fluxo do material e da informação. Uma vez que existem duas circulações diferentes de material e informação, criaram-se dois tipos de *kanban*: O primeiro tipo de *kanban* é o *kanban* de PEC, que circula nos processos a montante da montagem, ou seja, processos que produzem os componentes dos *kits*. Após a sua produção são armazenados num *shopstock* junto aos *kits*, e que posteriormente consoante as necessidades da procura e da montagem serão consumidos. O segundo tipo de *kanban* corresponde ao *kanban* PA que circula na montagem de *kits*. Estes são anexados aos *kits* já montados e posteriormente são armazenados no armazém de PA.

Em terceiro lugar, foi necessário nivelar a produção, uma vez que ao produzir-se grandes quantidades de um *kit* ou os seus componentes perde-se flexibilidade face aos outros produtos, aumentando também o risco de obsoleto desse produto. Para isso, com a ferramenta *heijunka box*, programa-se diariamente uma recolha periódica do produto acabado em pequenos lotes, permitindo uma gestão visual interessante para o planeamento da produção.

Após toda esta análise, criação e escolha das ferramentas ideais para complementar o sistema de produção, foi possível visualizar o *design* do fluxo de informação e material que se pretendiam atingir com todas estas práticas, através de um VSM.

Neste VSM, as alterações são meramente respetivamente ao fluxo de informação e material. Os valores relativos a cada processo são os mesmos, uma vez que não se objetivaram metas concretas para estes valores. Apenas se espera que exista uma maior qualidade de informação que certamente irá melhorar tempos ou eficiências.



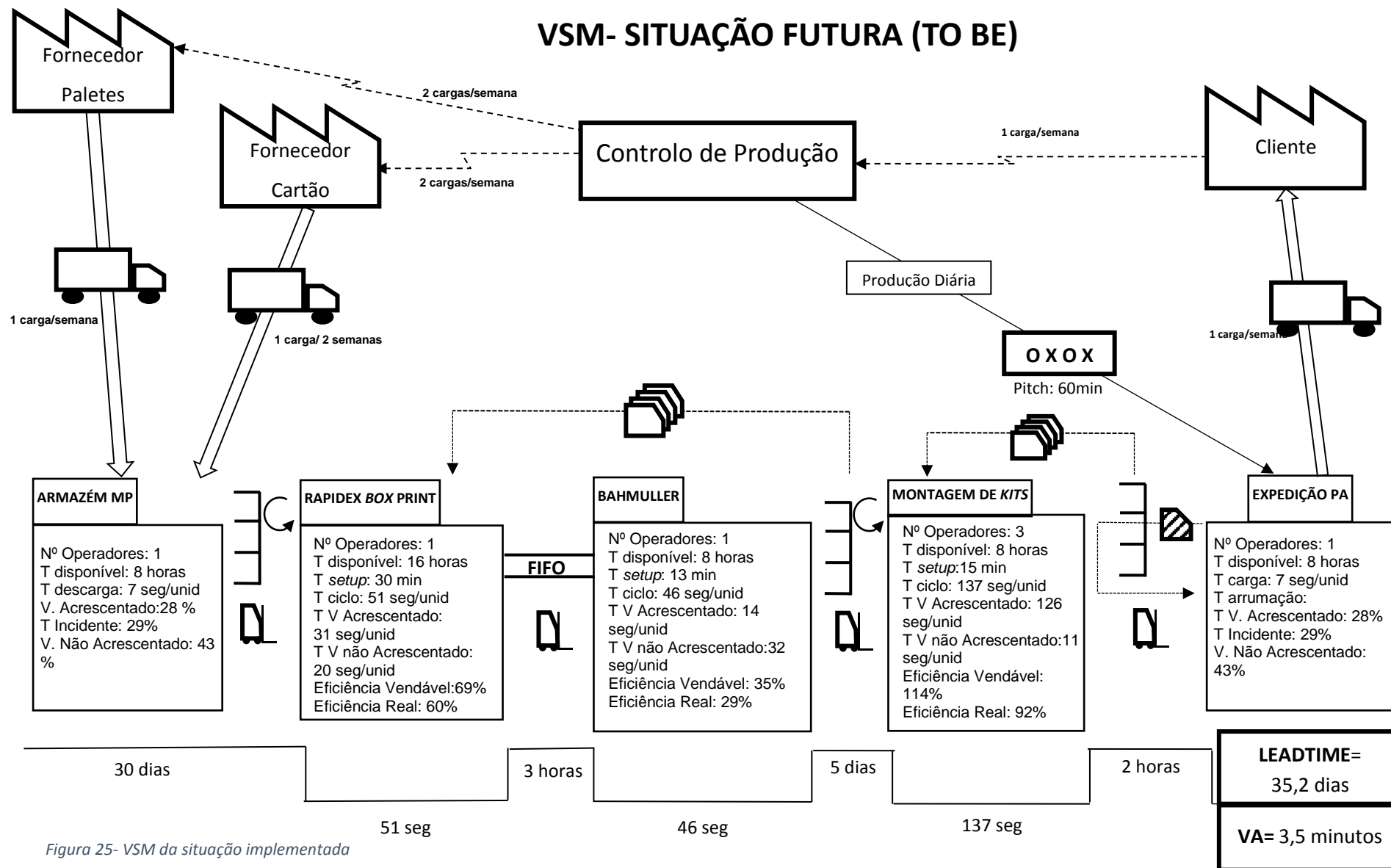


Figura 25- VSM da situação implementada

## 5.2 CÁLCULO DOS LOTES DE PRODUÇÃO

Como já foi referido no ponto anterior foi necessário calcularem-se lotes de produção para ter um maior rendimento dos recursos operacionais. Para além disso, ao se estabelecerem lotes de produção e de transferência uniformizou-se todo o fluxo de material e o armazenamento do *stock*.

Antes de se proceder ao cálculo dos lotes de produção foi necessário estabelecerem-se os lotes de transferência. A quantidade de material por *kanban* foi determinada tendo em conta a altura das estantes e a quantidade de placas que é possível sobrepor para cada um dos componentes. Relativamente aos *kits*, os lotes de transferência já estavam definidos anteriormente. Para além disso, como o sistema de produção segue uma filosofia FIFO, o lote de transferência dos componentes é sempre o mesmo para todos os processos produtivos.

A forma como se calculou dos lotes de produção teve por base duas abordagens diferentes: a primeira mais prática e baseada essencialmente nos tempos de *setup*, e uma segunda análise mais teórica, o Lote Económico de Produção. Foram realizadas duas análises para que se pudessem comparar resultados e, da mesma forma, tirar conclusões acerca da veracidade das metodologias utilizadas.

### 5.2.1 ABORGAGEM AO PARÂMETRO DO *SETUP*

Nesta abordagem os principais fatores que determinaram o tamanho dos lotes foram: o tempo de *setup* e a procura do produto.

Quando se determina um tamanho de lote de produção numa empresa procura-se um tamanho de lote que rentabilize o custo do *setup* necessário para a produção do respetivo produto (Courtois et al., 2007).

Para se fazer o cálculo do tamanho do lote de cada uma das referências foi feita uma recolha de todos os *setups*, da qual se concluiu que o processo com o *setup* mais elevado é o processo da máquina RBP. Neste sentido, a constituição dos lotes da produção de componentes definiu-se com base neste *setup*. Foi também calculado o lote de produção para a montagem de *kits*.

Esta metodologia concentra os seus cálculos no *setup* do recurso gargalo, tentando encontrar um tempo de produção que compense o seu tempo de *setup*. Para isso, primeiramente foi necessário perceber quanto tempo é que a empresa pode dispensar para *setups*, para conseguir dar resposta à procura. No anexo A apresentam-se os cálculos que foram realizados para se determinar esse tempo. Foram considerados todos os produtos que são produzidos na Rapidex (recurso gargalo) e a sua procura,

assim como o seu tempo de ciclo e produtividade. Assim, obteve-se, aproximadamente, uma percentagem de 10% de tempo disponível para *setups*.

Para se calcular o tamanho de lote para cada um dos processos foram considerados os diferentes dados:

- Diferenciação dos produtos *kanban* em três categorias: alta rotação (AR), média rotação (MR) e baixa rotação (BR). Estas atribuições foram feitas com base na procura de cada produto;
- Tempos de ciclo de cada um dos produtos;
- Lote de transferência, esta quantidade irá corresponder a um cartão *kanban*, uma vez que estas unidades irão circular agregadamente;
- Eficiência do recurso gargalo.

O primeiro cálculo consistiu na multiplicação do tempo de *setup* em minutos pelo fator da sua categoria (AR, MR, BR).

$$\text{tempo de produção (min)} = \text{tempo setup (min)} \times \text{fator de rotação} \quad (3)$$

Foram considerados três fatores que correspondem às três categorias de rotação dos produtos. Uma vez que 10% do tempo disponível está destinado para os *setups*, considerou-se que, para compensar a produção, o tempo de produção tinha que ser 10 vezes mais que o tempo do *setup*. No entanto, não seria correto considerar um fator 10 para produtos com menos procura, uma vez o lote resultante iria ser demasiado elevado. Isto iria refletir-se num *stock* demasiado alto, ou seja, num tempo de armazenamento muito longo desde a produção do produto até ao consumo total da paleta (lote de transferência). Portanto, no sentido de corrigir esta situação criaram-se mais dois fatores intermédios para as situações de média e baixa rotação. Para os produtos de média rotação considerou-se um fator de 7 e para os de baixa rotação um fator de 5.

Depois do tempo de produção estimado, segue-se o cálculo do tamanho do lote, através do quociente entre o tempo de produção e o tempo de ciclo.

$$\text{tamanho do lote (unid)} = \frac{\text{tempo de produção (min)} \times 3600}{\text{tempo de ciclo (s)}} \quad (4)$$

Após o dimensionamento dos lotes de produção para cada produto, seguiu-se o cálculo do número de cartões *kanban* a circular na produção, através do quociente entre o tamanho do lote pelo número de unidades por cartão. No caso dos *kanbans* PA, as quantidades por *kanban* foram definidas com base nos lotes de expedição e na altura do camião.

$$n^{\circ} \text{ cartões kanban const. lote (unid)} = \frac{\text{tamanho do lote (unid)}}{n^{\circ} \text{ de unidades por kanban (unid)}} \quad (5)$$

No entanto, o número total de cartões a circular é o número de cartões da constituição de lote mais o *stock* de segurança. Esta consideração vai ser feita mais a frente, onde se calcularam os *stocks* de segurança.

Este procedimento foi feito tanto para o cálculo da constituição de lote do PEC (processos a montante da montagem de *kits*) que irá ser armazenado no *shopstock* de PEC, como para a constituição de lote do PA (processo da montagem de *kits*) que irá abastecer o *shopstock* do PA.

Os cálculos dos lotes de produção segundo esta fórmula encontram-se no anexo B (PEC) e anexo C (PA).

### 5.2.2 LOTE ECONÓMICO DE PRODUÇÃO (LEP)

A Figura 9, adaptada do autor Donald Reinertsen (2009) relaciona os custos de *setup* com os custos de retenção, consoante o lote de produção. Sendo assim, verifica-se que o lote económico de produção situa-se na interceção da curva do custo de *setup* com a reta dos custos de retenção. O ponto de interseção reflete o tamanho do lote em que os custos da produção efetiva se equilibram com os custos do *setup* e com os custos de retenção do material.

No âmbito de realizar uma análise que tivesse uma base científica mais forte estudou-se o LEP. O lote económico de produção considera, essencialmente, mais uma variável comparativamente à análise feita anteriormente: o custo de retenção do *stock*.

Para o cálculo do LEP usou-se a mesma lógica de estabelecer os lotes de produção com base no recurso gargalo, máquina Rapidex Box Print.

A fórmula utilizada para calcular o LEP foi a seguinte:

$$LEP = \sqrt{\frac{2 \times C_{setup} \times R}{Ch \times \sqrt{1 - r \div p}}} \quad (6)$$

A única adaptação foi o fator de correção, em que se considerou a unidade diária e não anual, na procura ( $r$ ) e na produtividade ( $p$ ).

Assim, procedeu-se aos cálculos e os resultados obtidos estão representados no anexo D (PEC) e anexo E (PA).

### 5.2.3 DECISÃO

Aquando do cálculo dos lotes de produção através das duas abordagens realizou-se uma comparação entre os resultados obtidos. Para além da análise paralela aos lotes calculados pelas duas metodologias foram também considerados alguns fatores que, de certa forma, influenciam os fluxos de produção e de material.

Os fatores considerados têm uma componente estratégica, uma vez que influenciaram a escolha dos lotes para rentabilizar melhor não só o processo produtivo em si mas também os processos logísticos envolvidos. Os fatores envolvidos nesta decisão foram: quantidade de placas que as paletes de MP costumam conter, tipo de produto, fiabilidade no cliente, espaço no armazém, facilidade de armazenamento do produto, entre outros.

Apesar de as fórmulas necessitarem de *inputs* diferentes para calcular os lotes de produção, os resultados foram bastante próximos, o que prova a veracidade das duas metodologias.

Relativamente aos restantes componentes que são produzidos em processos capacitários, como é o caso das tampas, fundos e corpos exteriores definiram-se lotes de produção reduzidos, consoante o espaço que existia disponível em armazém e também lote de montagem de *kits*.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados das duas análises e a decisão tomada relativamente aos lotes de produção de componentes, na Tabela 4 apresentam-se as decisões para os lotes de montagem de *kits*.

Tabela 3- Constituição de Lote PEC

Constituição de Lote- Componentes ( <i>Rapidex</i> )							
Componente	Lote transf	LEP	Nº Kanban LEP	Const Lote Setup	Nº Kanban Const Lote Setup	Decisão	Nº Kanban Decisão
Corpo Exterior A	44	528	12	308	7	308	7
Tampa C	100	200	2	200	2	200	2
Tampa G	100	300	3	300	3	300	3
Corpo Exterior G	50	250	5	150	3	200	4
Corpo Exterior J	50	150	3	100	2	200	4
Corpo B	70	420	6	490	7	420	6
Corpo Interior C	50	300	6	150	3	150	3
Corpo D	50	200	4	250	5	200	4
Corpo E	50	200	4	250	5	150	3
Corpo F	50	150	3	250	5	150	3
Corpo Interior G	50	350	7	450	9	400	8
Corpo H	50	200	4	350	7	150	3
Corpo I	50	150	3	250	5	100	2
Corpo Interior J	50	200	4	250	5	200	4

A decisão da constituição de lote para cada um dos componentes que é processado pela RBP centrou-se essencialmente na análise destas duas metodologias. Os lotes foram estabelecidos um a um, compararam-se os dois lotes calculados e ponderou-se qual deles fazia mais sentido considerando também os fatores estratégicos descritos anteriormente. Esta decisão foi tomada em conjunto em reuniões com o responsável de produção. Daí surgiram os lotes de produção, por vezes teve que se optar por uns componentes, favorecendo ou desfavorecendo consoante a situação.

Tabela 4- Constituição de Lote PA

Constituição de Lote- Montagem de kits							
Componente	Lote transf	LEP	Nº Kanban LEP	Const Lote Setup	Nº Kanban Const Lote Setup	Decisão	Nº Kanban Decisão
Kit A	11	154	14	77	7	88	8
Kit B	5	125	25	130	26	120	24
Kit C	4	68	17	64	16	52	13
Kit D	5	65	13	65	13	65	13
Kit E	5	65	13	65	13	65	13
Kit F	5	45	9	65	13	65	13
Kit G	5	115	23	130	26	130	26
Kit H	5	65	13	65	13	65	13
Kit I	5	45	9	65	13	65	13
Kit J	5	65	13	65	13	65	13

A decisão dos lotes de montagem de *kits* teve em atenção os mesmos fatores que o lote dos componentes, considerando inicialmente a comparação entre as duas metodologias e posteriormente com fatores estratégicos como: tamanho das cargas, lotes de expedição, espaço para armazenar, etc.

#### 5.2.4 STOCK DE SEGURANÇA

Na ótica do bom funcionamento do sistema ConWIP é necessário que o número total de *kanbans* em circulação seja igual ao número *kanbans* que constituem um lote mais, pelo menos, um cartão de SS (*Stock de Segurança*). Esta regra é fundamental para que se evite ao máximo de ruturas e grandes oscilações de *stock*. Existem situações em que *stock* da constituição de lote por si só já cumpre o requisito de *stock* mínimo. No entanto, se não existisse pelo menos mais um *kanban* em circulação o que aconteceria era que o *stock* tinha que ir a zero para que se voltasse a constituir o lote de produção.

O *stock* de total dos produtos foi estabelecido pela empresa, em dias. Para os componentes, PEC, foi estabelecido que o *stock* total deve ser de 4 dias. Desta forma, acrescentaram-se *kanbans* de SS aos da constituição de lote para responder aos 4 dias instituídos. Uma vez que os lotes de produção dos componentes são elevados, devido aos fatores discutidos anteriormente, apenas foi necessário acrescentar o *kanban* de SS obrigatório. Os cálculos relativos à decisão do SS para PEC encontram-se na seguinte tabela.

Tabela 5- Stock de Segurança PEC

STOCK DE SEGURANÇA (SS)- COMPONENTES (PEC)						
Componente	Lote transf	Lotes Aplicados	Nº <i>kanban</i>	Stock Segurança	Nº <i>kanban</i> (SS)	Nº dias Stock (4 dias)
Corpo Exterior A	44	308	7	44	1	4,4
Tampa G/J	100	300	3	100	1	5,5
Tampa C	100	200	2	100	1	8,3
Corpo Exterior G	50	200	4	50	1	4,6
Corpo Exterior J	50	200	4	50	1	13,8
Corpo B	70	420	6	70	1	7,7
Corpo Interior C	50	150	3	50	1	5,5
Corpo D	50	200	4	50	1	13,8
Corpo E	50	150	3	50	1	11,0
Corpo F	50	150	3	50	1	22,0
Corpo Interior G	50	400	8	50	1	8,3
Corpo H	50	150	3	50	1	11,0
Corpo I	50	100	2	50	1	16,5
Corpo Interior J	50	200	4	50	1	13,8
Tampa A	176	176	1	176	1	4,4
Tampa D	100	100	1	100	1	11,0
Fundo D	100	100	1	100	1	11,0
Janela D	50	200	4	50	1	13,8
Tampa B	140	280	2	140	1	6,6
Fundo B	140	280	2	140	1	6,6
Tampa E/F	100	100	1	100	1	7,3
Fundo E/F	100	100	1	100	1	7,3
Tampa H/I	100	100	1	100	1	7,3
Fundo H/I	100	100	1	100	1	7,3

Relativamente ao *stock* de *kits*, PA, o *stock* total em *kanban* estabelecido encontra-se entre os dois e três dias. Este *stock* total de PA é baixo porque ainda vai ser adicionada uma nova ferramenta de nivelamento que vai ajudar a controlar este *stock* de PA (*kanban*) com o *stock* que já está pronto a expedir, consoante a procura do cliente. Esta metodologia vai ser explicada posteriormente no capítulo 5.4. O *stock* total em *kanban* de PA está representado no Tabela 6.



Tabela 6- Stock de Segurança PA

STOCK DE SEGURANÇA (SS)- MONTAGEM DE KITS (PA)						
<i>Kits</i>	Lote transf	Lotes Aplicados	Nº <i>kanban</i>	Stock Segurança	Nº <i>kanban</i> (SS)	Nº dias Stock (2 dias)
<i>Kit A</i>	11	88	8	88	8	2,2
<i>Kit B</i>	5	120	24	20	4	2,2
<i>Kit C</i>	4	52	13	28	7	2,2
<i>Kit D</i>	5	65	13	5	1	3,9
<i>Kit E</i>	5	65	13	5	1	3,9
<i>Kit F</i>	5	65	13	5	1	7,7
<i>Kit G</i>	5	130	26	5	1	2,5
<i>Kit H</i>	5	65	13	5	1	3,9
<i>Kit I</i>	5	65	13	5	1	7,7
<i>Kit J</i>	5	65	13	5	1	3,9

Portanto, os *stocks* mínimos foram definidos pela empresa no sentido de proporcionar um correto fluxo de *kanbans* e de material, sem causar stress na produção ou na expedição. O total de *kanbans* de PEC estabelecem o *stock* máximo de PEC que pode existir no armazém, e o total de *kanbans* de PA representa apenas um *stock* máximo em *kanban*, permitindo que exista mais material em *stock* identificado com etiqueta de expedição.

### 5.3 CRIAÇÃO DOS CARTÕES KANBAN PEC E PA

Com todas estas informações definidas foi possível elaborar os cartões *kanban* de PEC e de PA, sendo que para facilitar a leitura e a interpretação dos mesmos os cartões PEC e PA têm cores diferentes. Uma vez que antes destes cartões foram criados os cartões *kanban* MP, fez todo o sentido seguir o *design* e *layout* destes cartões, uniformizando assim a leitura e interpretação da informação.

#### 5.3.1 CARTÕES KANBAN PEC

As informações que se consideraram importantes colocar nos cartões *kanban* PEC foram:

- Descrição do produto;
- Quantidade por palete/ *kanban*, lote de transferência;

- Dimensões da placa de cartão, útil essencialmente para os primeiros processos de produção, para pedir ao operador logístico a MP;
- Tipo de cartão, também importante para a requisição do material ao operador logístico;
- Processos produtivos que o produto vai seguir enquanto produto em curso.

Para cada *kit* foi estipulada uma cor para facilitar a gestão visual, sendo que todos os componentes do mesmo *kit* têm a mesma cor.

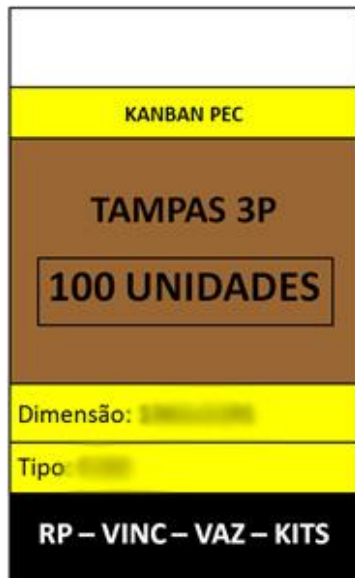


Figura 26- Kanban de PEC e Kanban de PEC em utilização

Acima representados está um exemplo de *kanban* de PEC, e um dos *kanban* de PEC anexado a uma paleta do respetivo material.

### 5.3.2 CARTÕES KANBAN PA

Relativamente aos cartões *kanban* PA, foram definidas as informações importantes para colocar nos cartões, sendo estas:

- Descrição do produto;
- Quantidade por cartão;
- Cliente.



Figura 27- Kanban PA e Kanban PA em utilização

Na Figura 27apresenta-se um exemplo de *kanban* e PA e vê-se também dois *kanbans* aplicados aos *kits* já produzidos. Desta forma, todos os *kits* deverão estar identificados com *kanban* de PA ou com etiqueta de expedição, se já estiverem comprados pelos clientes.

#### 5.4 QUADRO DA CONSTITUIÇÃO DE LOTE- “O DESPOLETAR DA PRODUÇÃO”

Este sistema de circulação de cartões não é o tradicional uma vez que para despoletar a produção é necessário um número de cartões definido, ou seja a constituição de um lote de produção. Neste quadro existe um conjunto de espaços, em que cada componente tem o número de espaços correspondente ao número de *kanbans* que constitui um lote menos um espaço. O facto de existir menos um espaço para colocar um *kanban* no quadro tem como objetivo obrigar os operadores a despoletar a produção aquando da constituição de lote o operador coloca o lote de *kanbans* no lançador do primeiro processo. Desta forma, é intuitivo para o operador quando é que o lote produção se constitui.

Pretende-se que os cartões *kanban* apenas sejam movimentados por operadores, tornando o fluxo autónomo. Assumindo que os *kanbans* estão todos anexados aos respetivos componentes, e que o lote de produção para o componente **A** é constituído por **n** cartões, o fluxo é o seguinte:

- Os cartões *kanban* ficam anexados à respetiva paleta até esta ser consumida;

- Sempre que uma paleta é consumida o operador do processo que a consome deve retirar-lhe o cartão e colocá-lo no quadro da constituição de lote, num espaço vazio respetivo ao componente **A** (que tem ***n-1*** espaços);
- Este processo deve repetir-se enquanto existirem espaços vazios no quadro, para o respetivo componente;
- Quando, após o consumo de uma paleta de componente **A**, o operador dirige-se ao quadro para colocar o cartão número ***n*** (cartão que completa a constituição do lote) e não tem espaço livre, conclui facilmente que aquele cartão constitui um lote. Aquando do lote completo o operador deve recolher todos os cartões *kanban* e colocá-los no lançador do seu primeiro processo (indicado no cartão *kanban*).

Na imagem 27, encontram-se os quadros da constituição de lote de PEC e de PA desenvolvidos neste projeto. Estes quadros estão localizados junto dos primeiros processos produtivos e da montagem de *kits*, respetivamente.



Figura 28- Quadro constituição de lote PEC e PA

Uma constituição de lote bem definida é essencial para que o fluxo do material na produção e no *shopstock* funcione. Este sistema permite atualizar os fluxos de material a circular no *shopfloor* aquando da diminuição ou aumento da procura. Para além disso permite ter uma gestão visual no que diz respeito ao planeamento da produção.

## 5.5 DIMENSIONAMENTO DO *SHOPSTOCK* DE PEC

Após todas estas considerações foi planificado o *layout* do armazém de PEC, que funciona como *shopstock* da montagem de *kits*, assim como o de PA. Os conceitos de gestão visual foram aplicados através da identificação das estantes correspondentes a cada componente e à quantidade estipulada. Os *layouts* do armazenamento de PEC estão representados na Figura 29 e Figura 30.

TAMPAS A	CORPO EXT A	CORPO EXT J		CORPO D	TAMPAS D	FUNDOS D	FUNDOS E/F	COMPON ENTES C	COMPON ENTES C	CORPO EXT C
							TAMPAS E/F			
CORPO EXT A	CORPO EXT A	CORPO INT J	CORPO INT J	CORPO D	CORPO H		CORPO E	COMPON ENTES C		CORPO EXT C
CORPO EXT A	CORPO EXT A	CORPO EXT G		CORPO D	CORPO I		CORPO F	COMPON ENTES C		CORPO INT C
CORPO EXT A	CORPO EXT A	CORPO EXT G		CORPO D	TAMPAS H/I	FUNDOS H/I	TAMPAS C			

Figura 29- Layout PEC 1

MTO	MTO	TAMPAS G/J	CORPO EXTERIOR G	FUNDOS B	CORPO B
MTO	MTO	TAMPAS G/J	CORPO EXTERIOR G	FUNDOS B	CORPO B
MTO	MTO	TAMPAS G/J	CORPO EXTERIOR G	TAMPAS B	CORPO B

Figura 30- Layout PEC 2

Relativamente ao espaço atribuído ao produto acabado, não foi atribuído nenhum *layout* específico uma vez que o *stock* de PA não é sempre específico uma vez que depende da procura do cliente. No entanto, existe um espaço destinado aos *kits*.

## 5.6 NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO

Aquando do funcionamento das ferramentas anteriormente descritas: *kanban* de PEC e de PA e os quadros de constituição de lote é possível afirmar que o sistema de produção é sustentável e autónomo. Após o consumo de paletes de material, através da movimentação dos cartões *kanban*, gera-se uma ordem de produção sem que o responsável de produção tenha que decidir sobre ela.

No entanto, apesar do *stock* ter sido estipulado com base na procura do cliente, a procura está em constante mudança. Acontece que é frequente a procura de uma referência num mês ser reduzida (por exemplo: 100 *kits*/semana) e dois ou três meses

depois aumentar significativamente (por exemplo: 300 *kits*/semana), mesmo relativamente àqueles produtos que são *kanban*.

Os principais clientes são empresas que fabricam componentes para a indústria automóvel, sendo assim é visível que as embalagens de cartão serão procuradas pelo cliente consoante a sua produção, cuja produção depende também da procura de outras empresas. A DS Smith Tecnicarton Portugal situa-se a meio da cadeia de valor, e, por este motivo, sofre com muitas variações da procura, cancelamento de pedidos e sobretudo pedidos extra de material.

Se operássemos apenas com o *stock* de *kanban* PA iria ser muito difícil responder a estas variações da procura, uma vez que, mesmo que a procura esteja reduzida ou elevada, o sistema dos cartões *kanban* iria sempre procurar ter o *stock* no máximo. Contudo, em fases de menos procura, o *stock* máximo de PA estabelecido certamente será muito alto, e em fases de mais procura, será baixo. Para além disso, o *stock* de PA em *kanban* pode ser suficiente para responder à procura do cliente, no entanto no caso de uma situação de muitas encomendas elevadas e repetitivas, avaria de máquinas ou pedido urgente do cliente, não é capaz de absorver. Portanto, com apenas este sistema existia o risco de rutura de *stock*, e, da mesma forma, de obsoleto.

Tendo em conta todas estas situações, procurou-se adicionar uma solução que fosse capaz de gerir o *stock* com base na procura, e, ao mesmo tempo integrar-se neste sistema de produção.

Assim sendo, implementou-se a *heijunka box*. *Heijunka* significa nivelamento. Geralmente esta ferramenta é implementada no último processo de produção, na montagem. No entanto, neste caso, como existe o quadro da constituição do lote com os *kanbans* a coordenar a sequência de ordem de produção, esta ferramenta vai ser aplicada no PA.

Em primeiro lugar, foi importante perceber a diferença entre o *stock* da produção e o *stock* logístico. O *stock* da produção é todo aquele *stock* que contém um *kanban* anexado, diz-se que é da produção porque faz parte do circuito dos cartões *kanban*, que têm um número fixo. O *stock* logístico é todo o *stock* de material que já está vendido, ou seja, que já tem uma etiqueta de expedição.

É crucial perceber como é que o *stock* transita de *stock* da produção para *stock* logístico, isto acontece sempre que o operador logístico troca o cartão *kanban* pela etiqueta. É desta forma que o operador vai gerir o *stock* logístico.

Com este nivelamento pretende-se que não existam flutuações muito acentuadas no *stock* de PA da produção, mas sim variações no *stock* logístico, em conformidade com a procura dos clientes.

### 5.6.1 FUNCIONAMENTO

Em situações normais da procura, e considerando que existe em *stock* a quantidade estipulada pelos *kanbans*, um período antes da expedição do material, procede-se à troca dos *kanbans* de PA por folhas de expedição.

Aquando da troca do *kanban* pela etiqueta de expedição, os cartões *kanban* são colocados na constituição de lote de PA. Esta recolha deve ser feita atempadamente e aos poucos para que exista uma gestão visual das necessidades do *stock* dos *kits*, e para que dê tempo à montagem de *kits* de repor o *stock*. Para além disso, é importante não fazer uma única grande recolha dos cartões para que não existam grandes oscilações no quadro da constituição do lote e no *stock* de PA da produção.

Quando existe muita procura de um dado material, faz-se uma recolha mais frequente do material para que se constituam lotes mais vezes, o que se verifica numa constituição de lote mais frequente desse *kit* e da sua produção.

Caso exista uma redução na procura, apenas será feita a recolha necessária para expedir o material.

Verifica-se assim que com a produção nivelada o *stock* é capaz de absorver as variações da procura e pedidos urgentes colocados à última da hora.

O consumo de PA do *stock* da produção despoleta a montagem de *kits* que por sua vez provoca a produção dos componentes para os *kits*. É visível que através do controlo dos *stocks* de PA, alimentado pela procura dos clientes, é capaz de despoletar o sistema de produção ConWIP.

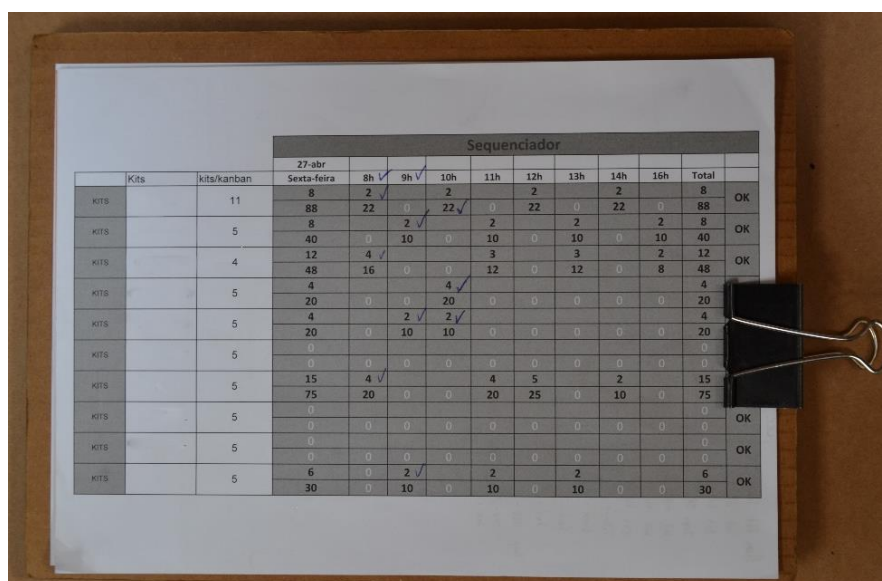
Existem algumas ferramentas físicas que são utilizadas para gerir o material e decidir sobre a recolha dos *kits*:

**Ficheiro excel de nivelamento:** através dos inputs dos pedidos dos clientes e do *stock* existente para cada uma das referências *kanban*, este ficheiro excel é capaz de calcular o número de dias de *stock* que existe no armazém. Consoante este nível de *stock*, o operador logístico decide quantos *kanbans* recolhe por dia, durante quantos dias, para que os pedidos dos clientes sejam satisfeitos. Quando a procura está elevada esta folha excel pede uma recolha mais frequente de *kanbans*, o que se reflete numa produção mais constante desse *kit*. Quando a procura é reduzida, o ficheiro transmite uma necessidade inferior de recolher cartões. A folha excel de nivelamento encontra-se no anexo F.

**Heijunka box:** com base na decisão tomada relativamente ao número de cartões a recolher por dia, é necessário distribuir essas recolhas pelas horas de trabalho do operador logístico. Esta tarefa equilibra também o número de cartões a recolher por hora. Esta ferramenta foi aplicada numa folha com um *layout* equivalente ao de uma



*heijunka box*, como se pode ver no anexo F. Na Figura 31 observa-se uma folha de nivelamento em utilização pelo operador logístico.



		Sequenciador										
		27-abr	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	16h	Total	
KITS	11	8	2	0	2	0	2	0	2	0	8	OK
KITS	5	88	22	0	22	0	22	0	22	0	88	OK
KITS	5	8	0	2	2	0	2	0	2	0	8	OK
KITS	4	40	0	10	0	10	0	10	0	10	40	OK
KITS	4	12	4	0	0	3	0	3	0	2	12	OK
KITS	5	48	16	0	0	12	0	12	0	8	48	OK
KITS	5	4	0	0	4	0	0	0	0	0	4	OK
KITS	5	20	0	0	20	0	0	0	0	0	20	OK
KITS	5	4	0	2	2	0	0	0	0	0	4	OK
KITS	5	20	0	10	10	0	0	0	0	0	20	OK
KITS	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	OK
KITS	5	15	4	0	0	4	5	0	2	0	15	OK
KITS	5	75	20	0	0	20	25	0	10	0	75	OK
KITS	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	OK
KITS	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	OK
KITS	5	6	0	2	2	0	2	0	0	0	6	OK
KITS	5	30	0	10	0	10	0	10	0	0	30	OK

Figura 31- Folha de nivelamento

Quem utiliza esta folha e quem controla a recolha do material é um operador responsável por esta tarefa e pela preparação de cargas.

## 5.7 IMPLEMENTAÇÃO E FORMAÇÃO

A implementação deste sistema de produção foi realizada aos poucos, uma vez que o seu funcionamento é complexo.

Antes da implementação deste sistema de produção já os operadores conheciam alguns conceitos, através do contacto com os *kanbans* de MP. Apesar de os *kanbans* de PEC e de PA terem uma circulação completamente diferente dos *kanbans* MP, já existia a noção de que com a utilização destes *kanbans* iam uniformizar-se as quantidades de componentes por paletes, e que iam substituir as etiquetas manuais feitas pelos operadores até então.

A implementação física deste projeto teve início em Fevereiro, sendo que grande parte da fase preparatória (cálculo dos lotes de produção, *kanbans* e dimensionamento do armazém PEC e PA), já tinha sido concluída.

No fim de fevereiro, a primeira fase de implementação estava completa, que consistiu na introdução dos *kanbans* de PEC e dos lotes de produção de componentes. No entanto, a ação de constituir lote ainda não era da responsabilidade dos operadores, mas sim do responsável de produção para que numa fase inicial, se tivesse a perceção de que o fluxo de produção estava controlado com os novos lotes de produção ou não.



Numa segunda fase, já com os lotes de produção de componentes a funcionar e com um *stock* mais controlado de PEC, foram introduzidos os *kanbans* de PA. Da mesma forma, a produção continuava a ser controlada pelo responsável de produção para haver uma verificação assídua da circulação dos cartões.

Em Abril, introduziram-se os quadros da constituição de lote, em que os operadores começaram a ter uma posição mais ativa no fluxo da produção. A produção dos produtos *kanban* passou a funcionar de uma forma autónoma, nos componentes produzindo para atingir um certo nível de *stock* de PEC e na montagem de *kits* para um *stock* de PA. Nesta altura já que verificavam evoluções na prestação do serviço ao cliente, uma vez que já se tinha começado a criar *stock* de *kits*.

No entanto, só em Maio é que o nivelamento da produção entrou em funcionamento. E a partir desse momento é que se começou a produzir para um *stock* mais elevado e capaz de responder prontamente aos clientes.

Por fim, foi feita uma formação com todos os operadores sobre todo o processo que esteve por detrás de toda esta implementação, onde se explicaram conceitos *lean*, de organização, da importância do cumprimento de regras para existir uma melhoria contínua. Para além disso, foi feito um vídeo explicativo de todo o funcionamento dos *kanbans* de MP, PEC e PA, que permitiu mostrar de uma forma mais prática e cativante todo o sistema. No entanto, existiu uma formação contínua desde o início da implementação do projeto, nas reuniões diárias de 10 minutos.



## 6 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Em primeiro lugar é importante lembrar os objetivos propostos no início do projeto para se poder tirar conclusões acerca dos resultados obtidos.

Os principais objetivos com a implementação deste projeto foram:

- Implementação um sistema de produção autónomo;
- Criação de uma gestão visual no armazém interno;
- Redução de paragens para falta de material, informação ou componentes;
- Controlo do *stock* de MP no armazém interno;
- Controlar de um *stock* estável de PEC e de PA;
- Melhorar em 15% a taxa de serviço.

Neste sentido, foram trabalhados os aspetos mais críticos com a ambição de atingir estes objetivos.

A realidade da empresa em Setembro de 2017 era bem diferente da realidade, no fim deste projeto. Ao longo destes meses foram implementadas ferramentas trouxeram melhorias na informação que circula na fábrica e que é inserida no sistema de controlo de produção. Isto reflete-se essencialmente nos dados da produção, uma vez que até Dezembro não é possível obter dados credíveis. Sendo assim, algumas situações serão testemunhadas através de outros indicadores ou da descrição e análise crítica das situações.

Neste grande capítulo, apresentam-se os resultados obtidos separadamente, destacando primeiro a reorganização da logística interna e posteriormente a implementação de um sistema ConWIP. Em ambas as áreas identificam-se indicadores que são capazes de refletir a evolução dos diferentes aspetos, assim como fotografias e comentários que também o comprovam.

Numa primeira fase, capítulos 6.1 e 6.2, apresentam-se análises de resultados específicas sobre as duas áreas de atuação. Numa segunda fase, apresentam-se indicadores. Estes têm como objetivo mostrar quantitativamente a evolução de algumas situações face às questões implementadas.

### 6.1 REORGANIZAÇÃO DA LOGISTICA INTERNA

Relativamente à reorganização da logística interna as três grandes intervenções feitas durante este projeto foram: criação de um *layout* fixo para a MP, PEC e PA, implementação do sistema *kanban* de MP e a zona de preparação de cargas.

O culminar das duas primeiras ações de melhoria fizeram com que se criasse uma gestão visual no armazém. Passou a ser possível a interpretação visual: perceber se

existe alguma situação anormal, pela quantidade de material que se encontra no armazém, se existe material em falta, se é necessário abastecer as estantes de material do armazém externo, se o material está no local certo, entre muitas coisas.

Depois da criação do *layout* e de estabelecer o número de paletes de material que devem permanecer no armazém interno, passou a ser mais fácil de gerir a MP por parte do operador logístico. O que acontecia anteriormente era que o material podia estar em qualquer estante, à frente das estantes ou já não existir *stock* e essa informação não haver perceção disso. Esta situação resultava numa difícil gestão, em tempos de abastecimento longos, tempos de carga elevados apenas porque não existia organização.

Um exemplo desta melhoria de organização são as imagens que se encontram na Figura 32, que diz respeito ao aspeto do armazém antes e depois da melhoria. A primeira situação retratada nesta imagem era muito comum e obrigava a constantes movimentações de materiais desnecessárias. Na segunda situação representa a situação posterior à implementação, em que se nota uma grande melhoria na organização, permitindo um fácil acesso às estantes que têm sempre os mesmos componentes, evitando que o operador logístico perca tempo a procurar os mesmos.

Para além disso, é perceptível que com esta nova organização já existe gestão visual, quando um colaborador olha para uma prateleira e está vazia significa que o material necessita de ser repostado. É possível perceber ainda se esse material está em rutura de *stock* ou se está em processo de reabastecimento, pelo armazém externo. O colaborador só tem que se dirigir às caixas à entrada do armazém (Figura 22), se os *kanbans* do respetivo material estiverem na caixa vermelha significa que não existe mais material, se estiver na caixa azul está em lista de espera para ser abastecido, se não estiver em nenhuma significa que já está no processo de reabastecimento.

**Antes da implementação do novo *layout***



**Depois da implementação do novo *layout***



*Figura 32- Armazém antes e após ação de melhoria*

Como se pode ver pela comparação do cenário inicial e final, o armazém está visualmente mais limpo, sendo possível perceber que material é que está a mais (o que está no chão), o que está em falta (prateleiras vazias) e ainda circular livremente, sem perigos e evitar movimentações desnecessárias.

### Antes da implementação do *layout*



### Depois da implementação do *layout*



*Figura 33- Zona das Paletes antes e após a ação de melhoria*

A partir da realização da ação de melhoria consegue-se ter uma percepção visual do status da MP. Como as paletes estão todas organizadas por tamanhos é de fácil percepção que a paleta (mais pequena) à frente das paletes grandes (lado esquerdo) está no sítio errado. Também é possível perceber que existe falta de *stock* nas primeiras quatro filas de paletes. As filas de paletes estão devidamente identificadas no chão e na parede.

## 6.2 ANÁLISE DOS NÍVEIS DE STOCK PEC

Procurou-se analisar os níveis de *stock* de PEC ao longo dos meses, uma vez que este era o principal objetivo do sistema implementado, ConWIP. Analisou-se cuidadosamente os níveis de PEC ao longo da implementação do sistema ConWIP. No entanto, não foi possível retirar dados fiáveis desde o início do projeto, apenas a partir de Janeiro. No período anterior a Janeiro os dados de produção e consumo não eram corretamente introduzidos no sistema.

Relativamente aos primeiros meses deste projeto, de setembro a dezembro, não é possível recolher dados, pode-se descrever que o nível de *stock* de PEC era completamente irregular. Era frequente existirem grandes quantidades de componentes de um determinado *kit*, por exemplo o A, e haver em escassez do *kit* B e C, quando no momento era necessário no momento é o *kit* B. Portanto, existia um *stock* inconstante, demasiado alto de algumas referências e rutura de *stock* noutras provocando falha nas entregas de encomendas ou ativação de recursos inesperados, como por exemplo: constante requisição de horas extra aos operadores.

O principal objetivo da implementação do sistema ConWIP era controlar o *stock* de PEC, mantendo o *stock* dentro dos limites estabelecidos em todas as referências.

Neste sentido, selecionaram-se duas referências de *kits* para analisar os resultados. Os *kits* selecionados foram os *kits* A e B pois são os mais vendidos, e por sua vez os que têm mais rotatividade no chão de fábrica. Foram analisados os componentes dos *kits* A e B de Janeiro a Abril, sabendo que os meses de transição das ações de melhoria são os meses de Fevereiro e Março. Em Abril o sistema já funcionava quase como esperado, apenas faltava o nivelamento da produção, cujos dados não foram possíveis recolher uma vez que o projeto terminou a meados do mês de maio.

A análise foi feita através de gráficos em que são comparados o valor mínimo e máximo estabelecido para o *stock* de PEC e a média diária de cada componente do *kit*. O *stock* máximo é o lote de produção mais o *stock* de segurança, já o *stock* mínimo é 50% do *stock* total, esta percentagem foi definida com base na paletização.

### 6.2.1 NÍVEL DE STOCK- KIT A

Em primeiro lugar analisou-se o corpo exterior A, Figura 34, em que todos os meses se encontrava abaixo do *stock* mínimo, verificando-se uma subida de *stock* para o mês de Abril, mês em que grande parte do sistema já funcionava como esperado.



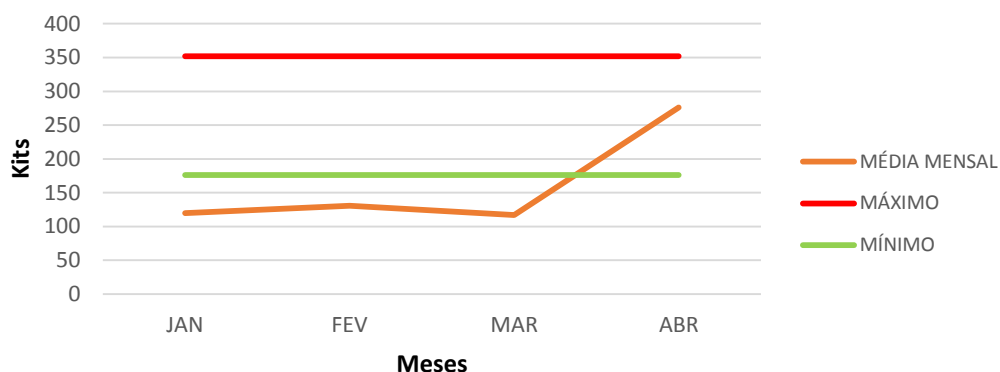


Figura 34- Gráfico Stock Mensal- Corpo Ext A

É compreensível que este componente esteja um pouco abaixo do *stock* mínimo durante os meses de implementação, uma vez que nesta fase produzia-se para montar *kits* e para aumentar o *stock* de corpos. Para além de que os corpos exteriores iniciam a sua produção no recurso gargalo.

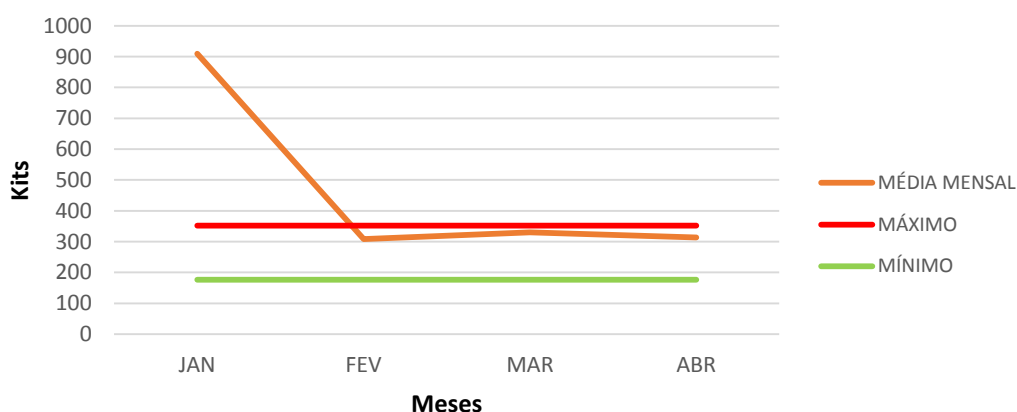


Figura 35- Gráfico Stock Mensal- Tampa A

Relativamente à tampa A, Figura 35, em Janeiro encontrava-se em excesso de *stock*. Desta forma, permissivamente diminui-se o *stock* em Fevereiro para dentro das margens do espectável, mantendo-se assim até Abril.

### 6.2.2 NÍVEL DE STOCK- KIT B

De seguida, apresenta-se uma análise semelhante à anterior mas para o *kit* B.

No caso do *kit* B, Figura 36, as tampas tiveram uma evolução dentro do espectável, começando por estar próximo do *stock* máximo seguindo-se uma descida no nível de



*stock*, mantendo-se assim durante o mês de março. Posteriormente, no mês de Abril verificou-se uma subida de *stock* para cerca das 300 tampas.

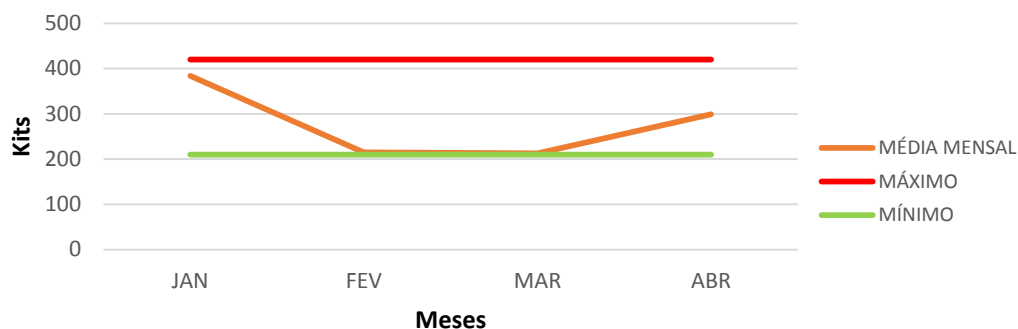


Figura 36- Gráfico de Stock Mensal Tampa A

Relativamente aos fundos do *kit B*, Figura 37, a média do *stock* mensal esteve quase sempre dentro das margens esperadas. No entanto em fevereiro apresentou um nível médio de *stock* diário ligeiramente inferior aos 210 fundos mínimos. Posteriormente em Março e Abril verificou-se uma subida do nível de *stock*.

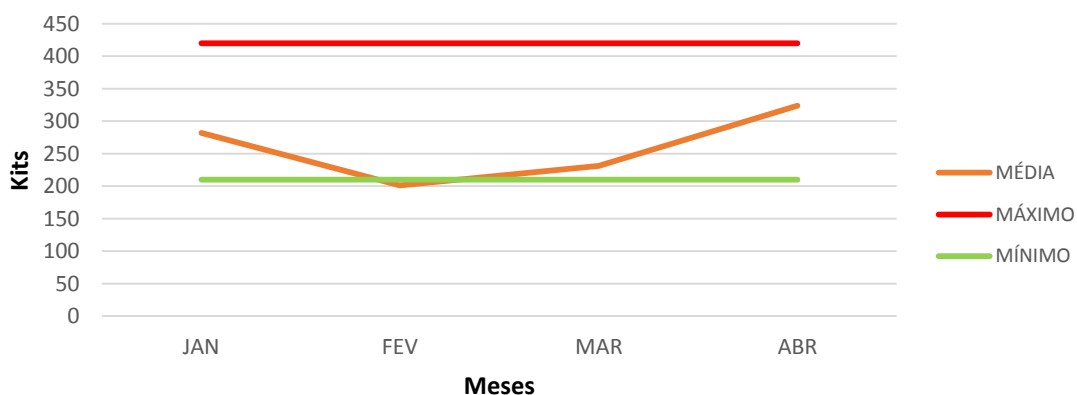


Figura 37- Gráfico de Stock Mensal do Fundo B

Por outro lado, o corpo B em Janeiro encontrava-se num nível de *stock* muito alto. O objetivo nos meses seguintes foi diminuir o *stock*, no entanto o gráfico mostra que o limite mínimo foi ultrapassado baixou-se demais. Após o mês de Fevereiro registou-se uma subida do *stock* até abril. Por vezes, o controlo do *stock* é difícil de gerir, uma vez que o *stock* desceu mais do expectável foi difícil de o colocar dentro dos limites esperados. No entanto, não se considera a situação preocupante uma vez que se regista um crescimento positivo do *stock*.

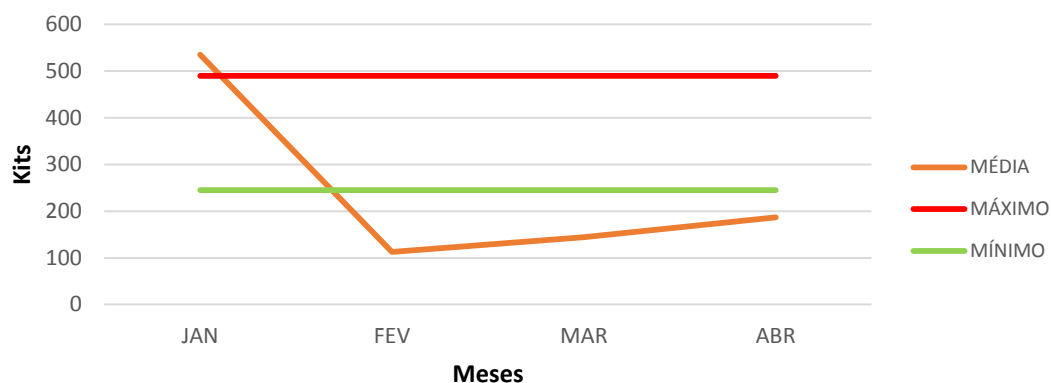


Figura 38- Gráfico Stock Mensal Corpo B

A análise destas duas referências (*kit* A e B) representam de uma forma geral todos os componentes, em que o *stock* de PEC se encontra controlado. Algumas referências poderão não se encontrar dentro das margens, mas estão em fase de progresso com o objetivo de atingir este resultado.

A única ferramenta que só foi implementada no início de maio e que não foi possível verificar resultados quantitativos foi o nivelamento da produção no produto acabado.

### 6.3 INDICADOR 1- KITS EXPEDIDOS VS. HORAS TRABALHADAS

Apesar da reorganização da logística interna e da implementação do sistema ConWIP mudarem a forma como a informação e o material circulam, não afeta diretamente nenhum processo produtivo.

No entanto, com o desenvolvimento e implementação destas ações existiram algumas variáveis em que se notou uma grande evolução. Estas variáveis são essencialmente: as horas trabalhadas e a evolução da quantidade de *kits* vendidos. Com a evolução positiva da quantidade de *kits* vendidos deveria esperar-se um aumento de horas trabalhadas. Porém aconteceu o contrário, o número de horas diminuiu e a quantidade de *kits* vendidos aumentou, o que revela um aumento na produtividade de todo o sistema.

No sentido de avaliar a relação destas duas variáveis criou-se um indicador. Este indicador resulta da divisão entre os *kits* expedidos e as horas trabalhadas, resultando num indicador de produtividade.

Tabela 7- Indicador Kits/Horas

		MESES							
		SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR
F A T O R E S	Horas Totais Trabalhadas	3474,5	3514,5	3250	2172	3289	2608,2	2700	2742,5
	Kits expedidos	4850	5108	4308	4971	7921	5385	7361	6341
	Indicador Kits/Horas	1,40	1,45	1,33	2,29	2,41	2,06	2,73	2,31

Para se ter uma percepção mais visual da evolução deste indicador criou-se um gráfico (Figura 39).

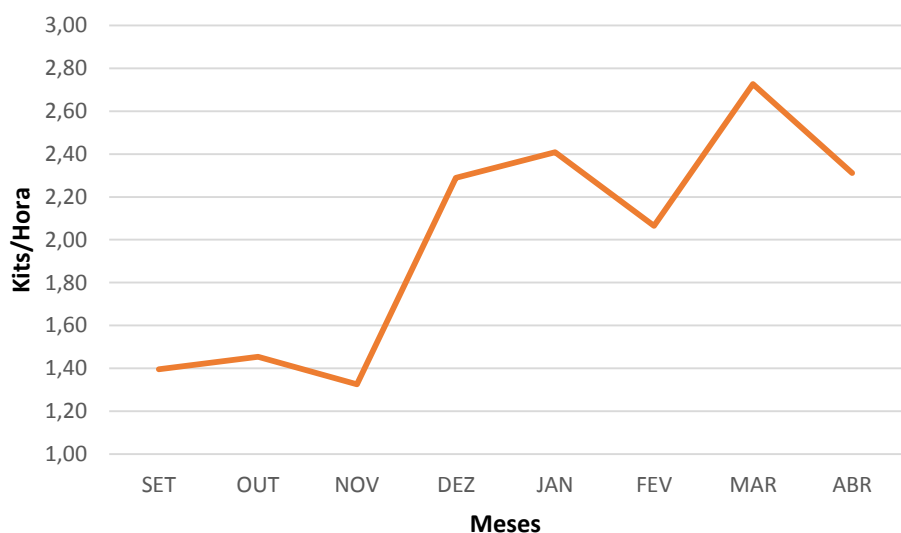


Figura 39- Indicador Kits/Horas

Existiu uma clara evolução da produtividade ao longo dos meses, registrando-se valores mais elevados nos últimos meses. Houve alterações na forma de trabalhar, na organização, no fluxo de informação e de material, não se fez nenhuma melhoria centrada no aumento da produtividade de um posto de trabalho.

#### 6.4 INDICADOR 2- HORAS EXTRA

O indicador das horas extra é extremamente importante para as condições de trabalho dos operadores desta fábrica. Numa fase inicial era comum fazerem-se muitas horas extra, aliás, faziam-se horas extra quase todos os dias. Isto acontecia porque, de um modo geral, os postos de trabalho não conseguiam ter os produtos, para expedir no

próprio dia, prontos a tempo no horário estabelecido. Neste sentido, para cumprir os prazos com os clientes o responsável de produção tinha necessidade de recorrer às horas extra.

Era claro que ao longo dos meses de desenvolvimento das ações de melhoria pretendia-se atingir um decréscimo das horas extra.

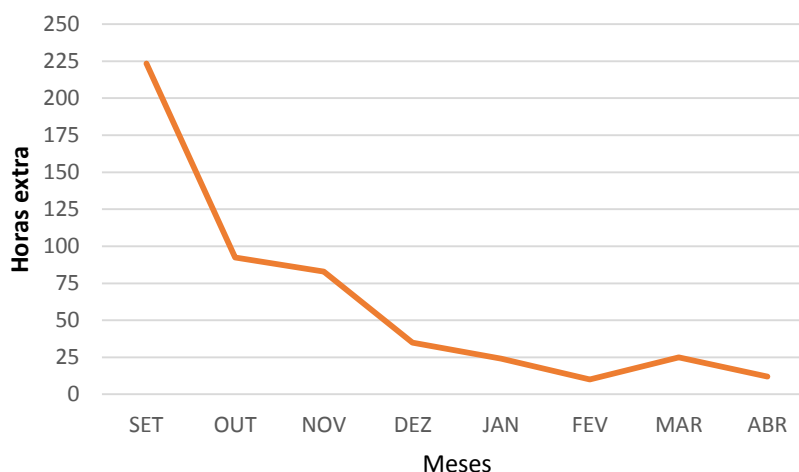


Figura 40- Gráfico Indicador: Horas Extra

Como esperado, houve uma redução acentuada das horas extra. Em setembro registou-se um pico altíssimo de horas extra, sendo que a partir de outubro verificou-se logo uma redução das mesmas. Após se ter desenvolvido e implementado um novo *layout* no armazém e o sistema *kanban* de MP melhorou-se imenso a organização desta área, que teve impacto em todo o chão de fábrica, registando-se assim um decréscimo nas horas extra em Dezembro e Janeiro. A partir de Fevereiro começou-se a implementar o sistema ConWIP e é a partir daí que se registam os valores mais baixos de horas extra. Em Abril, atinge-se um valor baixíssimo e completamente diferente dos meses iniciais, um total de 12 horas extra.

As condições de trabalho que uma empresa oferece aos seus operadores é fundamental para a sua satisfação e desempenho. A redução das horas extra foi um fator claramente reconhecido no chão de fábrica, promovendo uma maior motivação por parte dos operadores face às ações de melhoria desenvolvidas.

### 6.5 INDICADOR 3- TRANSPORTE/VENDAS

O indicador Transporte sobre Vendas é o quociente entre o custo dos transportes e o valor das vendas, ou seja, do valor monetário das mercadorias que são transportadas até aos clientes. Desta forma, pretende-se que o valor seja o mais baixo possível,

indicando assim que existe uma eficiente gestão e utilização dos transportes. É importante realçar que o objetivo da empresa era atingir o resultado de 3,4%.

Na figura 34, pode-se observar a evolução deste indicador.

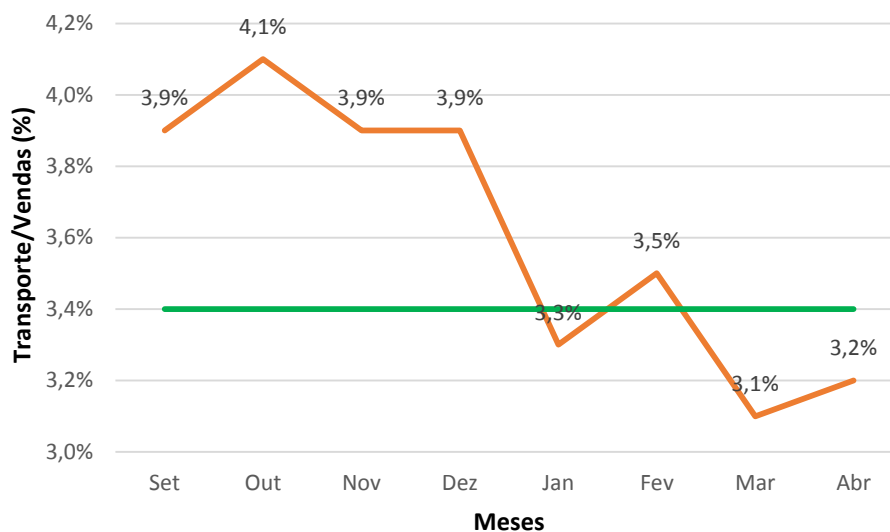


Figura 41- Gráfico Indicador: Transporte/Vendas

Nos primeiros meses, devido à difícil gestão da produção era frequente os produtos não estarem prontos a tempo de coincidir com a janela de entregas dos clientes. Assim, verificava-se um aumento no custo de transporte, uma vez que era necessário realocar o transporte para o dia seguinte ou realizar horas extra. Para além disso, acontecia constantemente a carga do PA até as 19 horas, fazendo horas extras, quando a hora de término da produção e logística era às 17 horas.

Estas situações refletiam-se em longos períodos de espera por parte do camionista, ou seja, a empresa estava a pagar à empresa de transporte e o camião passava muito tempo parado, prejudicando assim este indicador.

Em meados de novembro organizou-se o armazém e implementou-se o sistema *kanban* MP que permitiu uma melhor gestão das cargas. No entanto, é importante realçar que juntamente com uma melhor organização da logística interna também foi essencial gerir bem todos os recursos envolvidos na expedição: número de transportes necessários, planeamento de cargas, operadores logísticos e PA pronto a expedir.

Todos estes fatores apenas se alinharam em janeiro, verificando-se uma melhoria de 0,6%. Em março implementou-se a zona de preparação de cargas, permitindo que o operador logístico gerisse melhor as cargas. Esta ação de melhoria permitiu que o operador logístico tivesse oportunidade de preparar a carga antes possibilitando uma melhor gestão e utilização do espaço livre do camião.

Relativamente ao indicador de Transporte/Vendas pode-se concluir que o balanço é bastante positivo uma vez que se melhorou bastante desde o início do projeto, e o seu valor nos dois últimos meses foi melhor que o objetivado pela empresa.

## 6.6 INDICADOR 4- TAXA DE SERVIÇO

A satisfação do cliente é um fator importantíssimo para o relacionamento com os clientes e para a conquista dos mesmos. Atualmente, devido ao volume de empresas que existem no mercado é crucial que os clientes tenham uma boa imagem do seu fornecedor, caso contrário existe a possibilidade de escolher outros fornecedores para satisfazer as suas necessidades.

A taxa de serviço é o indicador que representa o cumprimento do fornecedor face àquilo que é acordado com o cliente, nomeadamente entregar o material encomendado na data estabelecida. Qualquer atraso ou lapso por parte da empresa fornecedora afeta este indicador.

Como já foi dito anteriormente, a difícil gestão da produção, da logística interna e externa existente no passado prejudicava o serviço que a empresa prestava ao cliente. Neste sentido, a empresa tinha como objetivo melhorar a taxa de serviço aumentar em 15%, isto é, atingir um valor de 75%. Quanto mais elevada for este valor, melhor é o serviço que a empresa presta ao seu cliente.

Na Figura 42 está refletida a evolução da taxa de serviço ao longo dos meses.

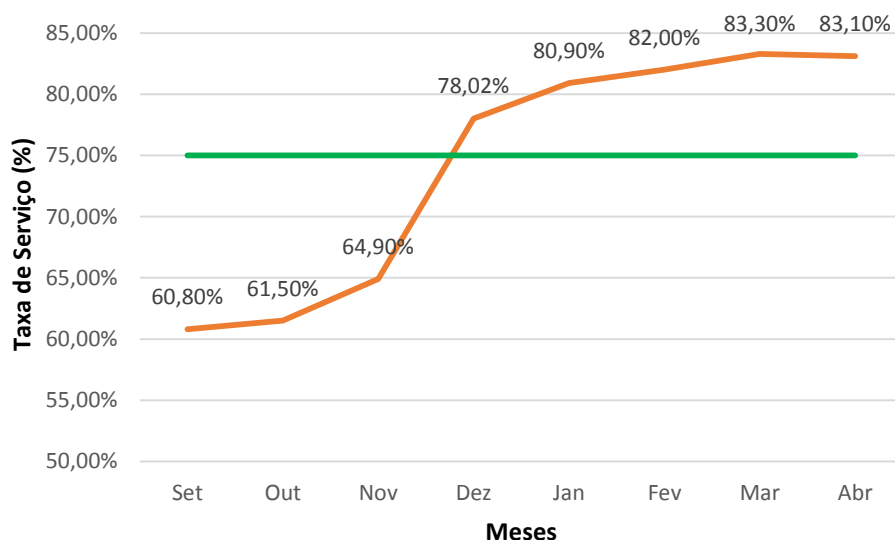


Figura 42- Indicador: Taxa de serviço

A ação que fez a diferença na subida deste indicador, sentido em Dezembro, foi a organização do armazém. Uma boa organização foi a chave para que todo o sistema logístico funcionasse melhor, permitindo uma melhor gestão das cargas e descargas,

da MP, PEC e PA. A gestão visual que a partir daí foi possível, alterou o modo de funcionamento do armazém, trazendo uma série de vantagens: redução de movimentações desnecessárias, rápida identificação do material, armazenamento do material correto (eliminando esperas por falta de material no armazém interno). Com estas melhorias, o PA passou a estar pronto a tempo, permitindo carregar os camiões a horas e entregar o material até ao cliente no prazo estabelecido. Assim, verificou-se uma subida na taxa de serviço, mais elevada do que o valor objetivado pela empresa (75%).

A partir desse momento, a taxa de serviço tendeu sempre a aumentar gradualmente, com as outras melhorias e com o sistema de produção ConWIP que trouxe uma grande estabilidade no *stock*, permitindo responder positivamente à procura.

A instabilidade na procura de alguns clientes é constante. O sistema de produção ConWIP e todas as ferramentas complementares permitiram gerir o *stock* de PA e de PEC consoante a procura do cliente, se esta aumentar o *stock* aumenta, se diminuir o *stock* estagna. Desta forma, é possível dizer que a maior parte das vezes o *stock* é capaz de responder às encomendas do cliente e àqueles pedidos urgentes sem ter que acionar recursos adicionais.

## 6.7 INDICADOR 5- EFICIÊNCIA DA RBP

A RBP é a máquina pela qual passam grande parte dos componentes e é o recurso gargalo da fábrica. Assim, qualquer melhoria da eficiência que esta máquina sofra reflete-se em todo o processo produtivo. As implementações desenvolvidas neste projeto melhoraram a eficiência deste posto de trabalho, apesar de não terem sido implementadas ações diretamente relacionadas com a RBP.

Um dos desafios colocados pela DS Smith Tecnicarton era a redução de paragens para falta de material, informação ou componentes. O posto de trabalho que mais era afetado por esta razão era a RBP. Neste sentido, fez-se uma recolha dos dados referentes à eficiência da RBP ao longo dos meses deste projeto, para se poder tirar conclusões a cerca da redução de paragens por falta de material.

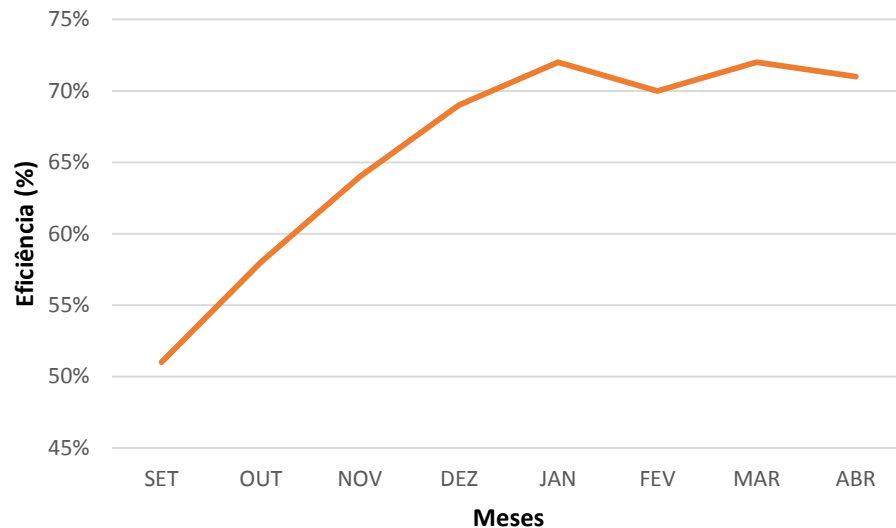


Figura 43- Indicador: Eficiência de RBP

Ao longo dos meses verifica-se uma evolução positiva da eficiência da RBP, sendo que a partir de Janeiro os valores tornam-se relativamente constantes. Este aumento da eficiência resultou essencialmente da reorganização do armazém, em que a MP das referências *kanban* funcionam com um sistema capaz de gerir e assegurar a presença da MP no armazém interno. Antes do início deste projeto, era bastante comum a máquina ficar parada à espera que a MP viesse no armazém externo porque não existia no armazém interno. Para além disso, com a organização e definição do *layout* do armazém interno poupou-se imenso tempo à procura do material que anteriormente se encontrava disposto aleatoriamente. Com a implementação do sistema ConWIP uniformizou-se toda a circulação e identificação do material, promovendo também uma melhoria deste posto de trabalho.



## 7 CONCLUSÃO

### 7.1 REFLEXÃO SOBRE O TRABALHO REALIZADO

Atualmente, todos os setores, áreas de negócio e mercados têm muitas empresas que têm a capacidade de se substituir umas às outras. A filosofia de que uma empresa tem que ser flexível está cada vez mais presente. A satisfação e a captação de clientes é a força motriz pela qual as empresas trabalham.

Para além disso, é importante criar um ambiente de trabalho agradável, gerir todos os recursos da melhor forma para manter a satisfação por todas as partes. É importante criar cada vez melhores condições de trabalho, aumentando a capacidade de produção e permitindo que a logística acompanhe da melhor forma todas as necessidades.

Os operadores são uma peça muito importante no funcionamento do chão de fábrica e devem ser sempre incluídos nas ações de melhoria, de forma a sentirem-se motivados e envolvidos para que não haja tanta resistência à mudança. Foi neste âmbito que este projeto se desenvolveu. Os principais objetivos eram criar organização no chão de fábrica e no armazém, e através de uma conjunto de implementações a melhorar o modo de funcionamento da gestão da produção para atingir uma melhor taxa de serviço e satisfação perante os clientes e melhorar as condições de trabalho de todos os trabalhadores.

O dia-a-dia da empresa no início do projeto passava por tentar cumprir com as encomendas dos clientes, a maior parte das vezes os operadores faziam horas extras, os camiões saíam tarde do cais para entregar ao cliente. Tudo isto resultava em produzir para expedir e não para ter *stock*. Ainda, grande parte dos clientes são irregulares nas suas encomendas, mudando constantemente as quantidades encomendadas, o que criava ainda mais instabilidade. Assim, era necessário criar *stock* para aliviar algum stress diário. Destas necessidades nasceram as duas áreas de atuação deste projeto.

A reorganização da logística interna envolveu uma reformulação no armazém interno e preparação de cargas, o que proporcionou uma melhor organização, criação de práticas e gestão visual. Foi ainda implementado um sistema *kanban* de transporte para se controlar a MP que circula no armazém, isto provocou um aumento da disponibilidade do operador logístico abastecendo a produção mais prontamente, e uma melhor gestão de todo o armazém.

Por outro lado, o projeto que ocupou mais tempo e atenção foi a implementação de um sistema de produção. Procurou-se um sistema que fosse capaz de se adaptar aos processos produtivos e ao mesmo tempo gerir a variedade de produtos que a empresa produz. Daqui surgiu o sistema ConWIP conjugado com os lotes de produção e com o

nivelamento da produção. Este sistema foi capaz de gerir todas as condicionantes deste chão de fábrica. Até ao término do projeto o *stock* de PEC da grande maioria dos componentes estabilizou dentro do *stock* espetável que a empresa estabeleceu. Isto permite que a área montagem de *kits* tenha sempre material disponível para esta tarefa.

De uma forma geral, este projeto foi muito desafiante e desenvolve-lo com o responsável de produção, tendo sempre em consideração a opinião e dicas dos operadores e tentando transmitir alguns conhecimentos *lean* que estão na base do sistema implementado. A mudança nunca é fácil. Se não se mudar nunca se vai conseguir atingir algo novo. Este é o mote que se tentou transmitir ao longo do projeto e, não menos importante, é envolver toda a equipa. Também é importante para que também os operadores se sintam parte integrante do projeto e se sintam confortáveis em partilhar e sugerir melhorias.

Por outro lado, existiram algumas limitações que dificultaram a execução de algumas tarefas. Em primeiro lugar, o espaço do armazém foi um entrave ao longo do projeto, principalmente no PEC em que teve que se abdicar um pouco do estacionamento do material apenas nas estantes. No sentido de atenuar a confusão que se gerava por armazenar material no chão, já se procedeu à instalação de mais prateleiras (*racks*) para aumentar a capacidade de armazenamento. Por outro lado, o fator tempo, ou seja, a data de término do estágio impediu o levantamento dos dados mensais de maio para se completar a análise de resultados com o mês da implementação do nivelamento da produção.

## 7.2 PROPOSTAS FUTURAS

Nos últimos meses houve uma evolução gradual no chão de fábrica, principalmente ao nível da organização, gestão visual e standardização de algumas atividades. Neste sentido, a estratégia da fábrica passa por ser cada vez mais competitiva, tornar os seus processos mais rentáveis, uma zona de trabalho mais organizada e visual. Portanto, neste rumo existem algumas situações que devem ser trabalhadas e desenvolvidas para se atingir um bom desempenho.

Em primeiro lugar, diretamente relacionado com o projeto desenvolvido, seria fundamental eliminar a rotação de paletes de material na zona da montagem de *kits*, ou seja, os lotes de produção devem ser múltiplos com os lotes de transferência. Desta forma, o material que fosse para a linha de montagem ia ser utilizado, eliminando assim as movimentações de material da montagem para o armazém. Para além disso, esta melhoria seria importante para eliminar excessos de material no armazém, uma vez que a paleta nunca volta com a quantidade definida.

A necessidade mais urgente é reduzir os *setups*, principalmente na máquina Rapidex Box Print que é o recurso gargalo na produção de componentes para os *kits*. Deve ser feito um projeto SMED a esta máquina, primeiramente ao nível da distribuição e organização de tarefas e standardização das mesmas durante a troca de ferramentas. Espera-se que apenas trabalhando estes fatores já tenha uma redução significativa no *setup*. Um tempo de *setup* mais reduzido permite diminuir os lotes de produção e assim aumentar a flexibilidade da produção como um todo.

Numa ótica de melhorar o trabalho de todos os operadores é importante uniformizar todas as fichas de trabalho e montagem, para reduzir os erros nos produtos e para standardizar as atividades de cada posto de trabalho. Essencialmente na zona da montagem de *kits* pois não existe uma ficha de montagem que informe a ordem de montagem, que estabeleça qual deve ser o *layout* dos componentes (para diminuir as deslocações), distribuição de tarefas pelos vários operadores, entre outros fatores que seriam interessantes determinar. Com esta melhoria promover-se-ia o *standard work* e iriam diminuir-se tempos de *setup*, aumentar o rendimento do processo e diminuir os defeitos.

Para além da intervenção anterior para a montagem de *kits*, propõe-se ainda uma automatização da linha de *kits*, para melhorar a ergonomia do posto de trabalho. Esta proposta inclui ainda uma estrutura capaz de armazenar os componentes dos *kits*, eliminando assim grande parte do desperdício proveniente das movimentações entre componentes.

No sentido de eliminar um dos pontos mais problemáticos do chão de fábrica, os abastecimentos, idealiza-se uma ligação automatizada entre a RBP e a Bahmuller uma vez que maior parte dos produtos que é processada na RBP segue para a Bahmuller.

Por fim, é importante alimentar sempre a melhoria contínua, tanto por parte dos operadores como dos gestores.



## 8 REFERÊNCIAS

- Bassuk, J. A., & Washington, I. M. (2014). Iterative Development of Visual Control Systems in a Research Vivarium. *PLoS ONE*, 9(4). <https://doi.org/10.1371/journal>
- Bauch, C. (2004). *Lean Product Development : Making waste transparent Diploma thesis. Technical University of Munich.*
- Bolton, W. (1994). *Production planning and control*. Longman Scientific & Technical.
- Bonney, M. ., Zhang, Z., Head, M. ., Tien, C. ., & Barson, R. . (1999). Are push and pull systems really so different? *International Journal of Production Economics*, 59(1–3), 53–64. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00094-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00094-2)
- Buffa, E. S., & Sarin, R. K. (1987). *Modern production/Operations management*. Wiley.
- Christoph Roser. (2015). Overview of Value Stream Mapping Symbols | AllAboutLean.com. Retrieved January 25, 2018, from <http://www.allaboutlean.com/vsm-symbols/>
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2007). *Gestão da Produção*. LIDEL.
- Eaidgah, Y., Arab Maki, A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2015). Visual management, performance management and continuous improvement : A lean manufacturing approach. *Journal of Service Management*, 7(2), 187–210. <https://doi.org/10.1108/MBE-09-2016-0047>
- El-Namrouty, K. A., & S.AbuShaaban, M. (2013). Seven Wastes Elimination Targeted by Lean Manufacturing Case Study "Gaza Strip Manufacturing Firms". *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, 1(2), 68. <https://doi.org/10.11648/j.ijefm.20130102.12>
- Gibson, P., Greenhalgh, G., & Kerr, R. (1995). *Manufacturing Management: Principles and Concepts*.
- Greene, J. H. (James H., & American Production and Inventory Control Society. Handbook Editorial Board. (1997). *Production and inventory control handbook* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Harrison, T. P., Lee, H. L., & Neale, J. J. (2003). *The Practice Of Supply Chain*

*Management: Where Theory And Application Converge*. Springer.

Helms, M. M. (2009). *Encyclopedia of management*. Gale.

Hines, P., Found, P., Griffiths, G., & Harrison, R. (2011). Staying Lean: Thriving, Not Just Surviving. *Lean Enterprise Research Centre, Cardiff University*, 282.  
<https://doi.org/10.1201/b10492>

Huang, M., Wang, D., & Ip, W. . (1998). Simulation study of CONWIP for a cold rolling plant. *International Journal of Production Economics*, 54(3), 257–266.  
[https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(97\)00152-7](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(97)00152-7)

Hüttmeir, A., de Treville, S., van Ackere, A., Monnier, L., & Prenninger, J. (2009). Trading off between heijunka and just-in-sequence. *International Journal of Production Economics*, 118(2), 501–507.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.12.014>

Kumar, S., Dhingra, A. K., & Singh, B. (2018). Process improvement through Lean-Kaizen using value stream map: a case study in India. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, (February), 1–12.  
<https://doi.org/10.1007/s00170-018-1684-8>

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*.

Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20.  
<https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>

Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>

Moser, L., & Santos, A. (2003). Exploring the role of visual controls on mobile cell manufacturing: A case study on drywall technology. *International Group of Lean Construction*.

Pettersen, J.-A., & Segerstedt, A. (2009). Restricted work-in-process: A study of differences between Kanban and CONWIP. *International Journal of Production Economics*, 118(1), 199–207. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2008.08.043>

- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean : A filosofia das organizações vencedoras*. (Comunidade Lean Thinking, Ed.) (6th ed.). LIDEL.
- Reinertsen, D. G. (2009). *The principles of product development flow : second generation lean product development*. Celeritas.
- Roser, C. (2014). Theory of Every Part Every Interval (EPEI) Leveling & Heijunka. Retrieved January 15, 2018, from <http://www.allaboutlean.com/epei-pattern-leveling/>
- Roser, C. (2015a). Benefits and Flaws of CONWIP in Comparison to Kanban. Retrieved January 8, 2018, from <http://www.allaboutlean.com/conwip-comparison/>
- Roser, C. (2015b). The (True) Difference Between Push and Pull. Retrieved January 3, 2018, from <http://www.allaboutlean.com/push-pull/>
- Rother, M., & Shook, J. (2003). Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. *Lean Enterprise Institute Brookline*.  
<https://doi.org/10.1109/6.490058>
- Santos, A. dos. (1999). APPLICATION OF FLOW PRINCIPLES IN THE PRODUCTION MANAGEMENT OF CONSTRUCTION SITES. *Time*.
- Scherrer-Rathje, M., Boyle, T. A., & Deflorin, P. (2009). Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. *Business Horizons*, 52(1), 79–88.  
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2008.08.004>
- Sereno, B., Silva, D. S. A. da, Leonardo, D. G., & Sampaio, M. (2011). Método híbrido CONWIP/KANBAN um estudo de caso. *Gestão & Produção*, 18(3), 651–672.  
<https://doi.org/10.1590/S0104-530X2011000300015>
- Şimşit, Z. T., Günay, N. S., & Vayvay, Ö. (2014). Theory of Constraints: A Literature Review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 150, 930–936.  
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.104>
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2014). *Operations management*.
- Spearman, M. L., & Zazanis, M. A. (1992). Push and Pull Production Systems: Issues and Comparisons. *Operations Research*, 40(3), 521–532.  
<https://doi.org/10.1287/opre.40.3.521>

- Spearman, M., Woodruff, D., & Hopp, W. (1990). CONWIP: a pull alternative to kanban. *International Journal of Production Research*, 28(5), 879–894.  
<https://doi.org/10.1080/00207549008942761>
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações LEAN: Metodologias Kaizen para a melhoria Continua*. LeanOp.
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2010). Visual management in construction: Study report on Brazilian cases. *SCRI Research Report*, (March), 36.
- Tezel, B. A., Koskela, L. J., & Tzortzopoulos, P. (2009). The functions of visual management. *International Research Symposium*, 201–219.
- Trollsfjord, P. (n.d.). A comparison of Kanban and CONWIP.
- Vollmann, T. E., Berry, W. L., & Whybark, D. C. (1997). *Manufacturing planning and control systems*. Irwin/McGraw-Hill.
- Wojakowski, P. (2013). Some Aspects of Visual Management Systems Applied in Modern Industrial Plant, 374–380.



# ANEXOS



## ANEXO A- CÁLCULO DA PERCENTAGEM DE TEMPO DISPONÍVEL PARA *SETUPS*

Descrição	Procura	TC-100%	TC-50%	Tempo Necessário
Caixas/Embalagens	2250	30,00	60	135000
Corpo Exterior A	440	31,00	62	27280
Tampa G/J	400	11,00	22	8800
Corpo C	350	13,50	27	9450
Corpo Exterior G	300	22,00	44	13200
Corpo Interior G	300	13,50	27	8100
Tampa C	200	31,00	62	12400
Corpo Interior C	200	28,00	56	11200
Corpo E	100	13,50	27	2700
Corpo Exterior J	100	22,00	44	4400
Corpo D	100	13,50	27	2700
Corpo H	100	9,00	18	1800
Corpo Interior J	100	13,50	27	2700
Corpo Exterior K	85	22,00	44	3740
Corpo Interior K	85	13,50	27	2295
Tampa K	70	31,00	62	4340
Corpo F	50	13,50	27	1350
Corpo I	50	13,50	27	1350
Corpo Exterior L	30	13,50	27	810
Tampa M	15	31,00	62	930
Corpo Exterior M	15	22,00	44	660
Corpo Interior M	15	13,50	27	405
Corpo N	8	13,50	27	216
Corpo O	6	13,50	27	162
Corpo Q	5	15,50	31	155
Corpo Exterior R	5	11,00	22	110
Tampa P	6	27,00	54	324
Fundo P	6	27,00	54	324
Corpo P	6	27,00	54	324
Corpo Interior R	5	27,00	54	270
Tampa S	3	31,00	62	186
Corpo Exterior S	3	11,00	22	66
Corpo Interior S	3	27,00	54	162

Para conseguir responder à procura Tempo restante para <i>setups</i>	Tempo	1,671722
	%	10%

## ANEXO B- LOTES DE PRODUÇÃO: ABORDAGEM PARÂMETRO DO *SETUP*- COMPONENTES (PEC)

MÁQ:	Referência	Procura/ Mês	Lote de Transferência	Tempo de ciclo	Tipo	Tempo de <i>SETUP</i>	Parâmetro TL	Min	Lote	Kanban	Lote (nº unidades)
RBP	Corpo Exterior A	1760	44	31,00	AR	30	10	300	290	7	308
RP	Tampa G	1600	100	11,00	AR	10	10	100	273	3	300
	Tampa C	800	100	11,00	MR	10	7	70	191	2	200
	Corpo Exterior G	1200	50	22,00	AR	10	10	100	136	3	150
	Corpo Exterior J	400	50	22,00	BR	10	5	50	68	2	100
RB	Corpo B	1400	70	13,50	AR	20	10	200	444	7	490
	Corpo Interior C	800	50	28,00	MR	20	7	140	150	3	150
	Corpo D	400	50	13,50	BR	20	5	100	222	5	250
	Corpo E	400	50	13,50	BR	20	5	100	222	5	250
	Corpo F	200	50	13,50	BR	20	5	100	222	5	250
	Corpo Interior G	1200	50	13,50	AR	20	10	200	444	9	450
	Corpo H	400	50	9,00	BR	20	5	100	333	7	350
	Corpo I	200	50	13,50	BR	20	5	100	222	5	250
	Corpo Interior J	400	50	13,50	BR	20	5	100	222	5	250

## ANEXO C- LOTES DE PRODUÇÃO: ABORDAGEM PARÂMETRO DO *SETUP*- MONTAGEM DE *KITS* (PA)

STI:	Referências	Procura/ Mês	Lote de Transferência	Tempo de ciclo	Tipo	Tempo de <i>SETUP</i>	Parâmetro	Tempo Produção	Lote	Nº <i>Kanban</i>	Lote (nº unidades)
Montagem de <i>KITS</i>	<i>Kit A</i>	1760	11	163,00	AR	30	10	300	72	7	77
	<i>Kit B</i>	1400	5	90,00	AR	30	10	300	130	26	130
	<i>Kit C</i>	800	4	133,00	MR	30	7	210	62	16	64
	<i>Kit D</i>	400	5	90,00	BR	30	5	150	65	13	65
	<i>Kit E</i>	400	5	90,00	BR	30	5	150	65	13	65
	<i>Kit F</i>	200	5	90,00	BR	30	5	150	65	13	65
	<i>Kit G</i>	1200	5	90,00	AR	30	10	300	130	26	130
	<i>Kit H</i>	400	5	90,00	BR	30	5	150	65	13	65
	<i>Kit I</i>	200	5	90,00	BR	30	5	150	65	13	65
	<i>Kit J</i>	400	5	90,00	BR	30	5	150	65	13	65

## ANEXO D- LOTES DE PRODUÇÃO: LOTE ECONÓMICO DE PRODUÇÃO- COMPONENTES (PEC)

Componente	<i>Lote de Transf</i>	Tempo <i>setup</i> (min)	Custo <i>setup</i> <i>Csetup</i>	Procura mensal <i>R</i>	Procura Diária <i>r</i>	Custo de Retenção <i>C h</i>	Tempo de Ciclo	Tempo de Ciclo 50%	Taxa Produção Diária <i>p</i>	<i>LEP</i>	<i>Nº Kanban</i>	<i>Lote (nº unidades)</i>
Corpo Exterior A	44	30	90,0	1760	80	1,35	31,00	62,00	929	495	12	528
Tampa C	100	10	30,0	800	36	1,35	11,00	22,00	2618	189	2	200
Tampa G	100	10	30,0	1600	73	1,35	11,00	22,00	2618	269	3	300
Corpo Exterior G	50	10	30,0	1200	55	1,35	22,00	44,00	1309	233	5	250
Corpo Exterior J	50	10	30,0	400	18	1,35	22,00	44,00	1309	134	3	150
Corpo B	70	20	60,0	1400	64	1,35	13,50	27,00	2133	355	6	420
Corpo Interior C	50	20	60,0	800	36	1,35	28,00	56,00	1029	269	6	300
Corpo D	50	20	60,0	400	18	1,35	13,50	27,00	2133	189	4	200
Corpo E	50	20	60,0	400	18	1,35	13,50	27,00	2133	189	4	200
Corpo F	50	20	60,0	200	9	1,35	13,50	27,00	2133	133	3	150
Corpo Interior G	50	20	60,0	1200	55	1,35	13,50	27,00	2133	329	7	350
Corpo H	50	20	60,0	400	18	1,35	9,00	18,00	3200	189	4	200
Corpo I	50	20	60,0	200	9	1,35	13,50	27,00	2133	133	3	150
Corpo Interior J	50	20	60,0	400	18	1,35	13,50	27,00	2133	189	4	200

## ANEXO E- LOTES DE PRODUÇÃO: LOTE ECONÓMICO DE PRODUÇÃO- MONTAGEM DE KITS (PA)

Componente	<i>Lote de transf</i>	Tempo setup (min)	Custo setup $C_{setup}$	Procura mensal $R$	Procura Diária $r$	Custo de Retenção $C_h$	Tempo de Ciclo	Tempo de Ciclo 65%	Taxa Produção Diária $p$	<i>LEP</i>	<i>Nº kanban LEP</i>	<i>Lote (nº de unidades)</i>
<i>Kit A</i>	11	30	9,0	1760	80	1,8	163,00	250,77	287	144	14	154
<i>Kit B</i>	5	30	9,0	1400	64	1,8	90,00	138,46	520	122	25	125
<i>Kit C</i>	4	30	9,0	800	36	3,6	133,00	204,62	352	65	17	68
<i>Kit D</i>	5	30	9,0	400	18	1,8	90,00	138,46	520	64	13	65
<i>Kit E</i>	5	30	9,0	400	18	1,8	90,00	138,46	520	64	13	65
<i>Kit F</i>	5	30	9,0	200	9	1,8	90,00	138,46	520	45	9	45
<i>Kit G</i>	5	30	9,0	1200	55	1,8	90,00	138,46	520	113	23	115
<i>Kit H</i>	5	30	9,0	400	18	1,8	90,00	138,46	520	64	13	65
<i>Kit I</i>	5	30	9,0	200	9	1,8	90,00	138,46	520	45	9	45
<i>Kit J</i>	5	30	9,0	400	18	1,8	90,00	138,46	520	64	13	65

## ANEXO F- FOLHA EXCEL DE NIVELAMENTO

KITS																															
				19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21	21	21	22	22	22	22	22	22	22	
				4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7			
				Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Domingo	segunda-feira	Terça-feira	quarta-feira	quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Domingo	segunda-feira	Terça-feira	quarta-feira	quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Domingo	segunda-feira	Terça-feira	quarta-feira	quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Domingo			
Cliente	Pqsl Emb.	Dias trabalhados	Stock inicial	stock Virtual	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0		
TOTAL		Pedido cliente / dia				209	0	0	72	413	0	366	0	0	0	0	377	416	0	140	0	0	140	180	316	0	140	0	0		
		Decisão PDP (capacidade da linha)			0	200	0	0	220	225	225	214	169	0	0	194	189	117	92	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Stock (peças) após decisão		1261	1261	1252	1261	1252	1400	1212	1437	1285	1454	1454	1648	1460	1161	1253	1210	1210	1210	1070	890	574	574	434	434	434			
		Stock (dias) após decisão			7,0	7,0	7,1	7,0	7,4	7,6	9,0	9,8	10,4	10,4	10,4	8,7	13,3	14,9	14,9	16,5	16,5	16,5	13,1	18,3	21,9	29,2	37,2	37,2	37,2		
		PDP							300							300							300								
Sakthi	11	Pedidos do cliente			0	0	0	0	0	176	0	176	0	0	0	0	0	176	0	0	0	0	0	176	0	0	0	0	0		
		Decisão PDP em n° KANBAN	1		8			8	8	8	7	7			7	7															
		Decisão PDP		0	88	0	0	88	88	88	77	77	0	0	77	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Stock (peças) após decisão		132	132	220	220	220	308	220	308	209	286	286	286	363	440	264	264	264	264	264	264	264	264	88	88	88	88		
		Stock (dias) após decisão	12,0		2,5	4,2	4,2	4,2	5,3	5,6	7,9	5,3	7,3	7,3	9,3	11,3	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	999	999	999	999	999		
PPH	20	QTD / Hora	5																												
Brose	5	Pedidos do cliente			0	0	0	0	0	0	140	0	0	0	0	140	140	0	140	0	0	140	0	140	0	140	0	0	0		
		Decisão PDP em n° KANBAN	1		3			5	5	5	5	5			9	9	9	9	9												
		Decisão PDP			0	15	0	0	25	25	25	25	25	0	0	45	45	45	45	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Stock (peças) após decisão		290	290	305	305	305	330	355	380	265	290	290	290	335	240	145	190	95	95	95	-45	-45	-185	-185	-325	-325	-325		
		Stock (dias) após decisão	14,0		5,2	5,4	5,4	5,4	5,3	4,6	4,9	3,4	3,7	3,1	3,1	3,6	3,1	2,3	3,1	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
PPH	44	QTD / Hora	5																												
Cacia- GB8	4	Pedidos do cliente			0	144	0	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Decisão PDP em n° KANBAN	1		8			8	8	8	8	8			8	8	8	8	8												
		Decisão PDP			0	32	0	0	32	32	32	32	32	0	0	32	32	32	32	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Stock (peças) após decisão		264	264	152	152	152	112	144	176	208	240	240	240	272	304	336	368	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400		
		Stock (dias) após decisão	5,0		12,2	21,1	21,1	21,1	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999		



# ANEXO G- FOLHA DE NIVELAMENTO TIPO HEIJUNKA BOX

			SEQUENCIADOR																								
			16-mai																								
<div>▼</div>	Kits	<div>▼</div>	Lote Transf	<div>▼</div>	Quarta-feira	<div>▼</div>	8h	<div>▼</div>	9h	<div>▼</div>	10h	<div>▼</div>	11h	<div>▼</div>	12h	<div>▼</div>	13h	<div>▼</div>	14h	<div>▼</div>	15h	<div>▼</div>	16h	<div>▼</div>	Total	<div>▼</div>	<div>▼</div>
KITS	A		11		8		1		1		1		1				1		1		1		1		8		OK
					88		11		11		11		11		0		11		11		11		11		88		
KITS	B		5		5				1				1				1		1				1		5		OK
					25		0		5		0		5		0		5		5		0		5		25		
KITS	C		4		8		1		1		1		1				1		1		1		1		8		OK
					32		4		4		4		4		0		4		4		4		4		32		
KITS	D		5																						0		OK
					0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		
KITS	E		5		0																				0		OK
					0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		
KITS	F		5		0																				0		OK
					0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		
KITS	G		5		8		1		1		1		1				1		1		1		1		8		OK
					40		5		5		5		5		0		5		5		5		5		40		
KITS	H		5		2						1								1						2		OK
					10		0		0		5		0		0		0		5		0		0		10		
KITS	I		5		0																				0		OK
					0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		
KITS	J		5		4				1				1						1				1		4		OK
					20		0		5		0		5		0		0		5		0		5		20		